

*Memòria de projecte de final de
Llicenciatura de Ciències
Ambientals*

2012

Model d'adequació de l'hàbitat del llop a Catalunya





Agraïments	7
Introducció	9
Antecedents.....	11
• Biologia del llop	11
○ Orígen i taxonomia del llop	11
○ Morfologia	12
○ Comportament	13
• Ecologia del llop	14
○ L'hàbitat del llop	15
○ Dinàmica de les poblacions	16
• La població del llop en l'actualitat	17
○ El llop a Europa	18
○ El llop a la Península ibèrica	19
○ Història del llop a Catalunya.....	21
○ El retorn del llop a Catalunya	22
• Estudis sobre l'hàbitat del llop a Europa	23
Justificació	25
Marc teòric	27
• Models d'adequació de l'hàbitat	27
○ Factors d'un model de distribució d'espècies	28
○ Tipus de models de distribució d'espècies.....	30
• Els sistemes d'informació geogràfica (SIG)	31
Marc ambiental, socioeconòmic i cultural	33
• Medi físic.....	33
○ Límits i relleu de Catalunya	33
○ Hidrografia.....	34
○ Pluviometria	34
○ Clima.....	35
○ Geologia	35
• Medi biòtic	36
○ Vegetació.....	36
○ Fauna.....	38

• Medi social	39
○ Organització política	39
○ Població	40
○ Economia	41
○ Figures de protecció del medi natural	41
Objectius	43
Hipòtesi	45
Metodologia	47
• Disseny de l'estudi	47
• El model	48
○ Àrea d'estudi	48
○ Variables dependents i independents	48
▪ La variable dependent	48
▪ Les variables independents	48
▪ Cerca de bases de dades	51
○ Consulta a experts	53
▪ Delimitació del rang de les variables	54
▪ Delimitació dels pesos de les variables	56
○ Processament de les dades amb ArcGis10	56
○ Anàlisi de les respostes dels experts	60
○ Elaboració del model	64
○ Determinació dels pesos	66
○ Comparació amb el mapa de densitats de població i superposició amb el mapa d'espais protegits	67
Resultats	69
Discussió	75
• Limitacions de l'estudi	75
• Comentaris dels experts	78
• Desenvolupament del model	78
• Anàlisi del mapa d'adequació final	79
• Anàlisi dels mapes d'adequació amb biomassa diferent	80
• Comparació amb el mapa de densitats de població	81
Conclusions	83
• Conclusions sobre el mapa d'adequació	83
• Repercussions de l'arribada del llop	85
• Propostes en la gestió	86

• Propostes de millora del projecte	88
• Investigació futura	89
Bibliografia	91
Glossari	97
Pressupost	103
Programació	105
Annexos	107
• Annex 1. Qüestionari per als experts	107
• Annex 2. Taules dels experts respostes	113
• Annex 3. Mapes de Catalunya	117
○ 3.1. Distància a la carretera d'alta capacitat més propera	118
○ 3.2. Distància a la carretera més propera	119
○ 3.3. Biomassa de preses salvatges disponible a Catalunya	120
○ 3.4. Biomassa de preses total disponible a Catalunya	121
○ 3.5. Altituds a Catalunya	122
○ 3.6. Tipus i tant per cent de recobriment a Catalunya	123
○ 3.7. Mapa de l'adequació de l'hàbitat pel llop, biomassa total	124
○ 3.8. Mapa de l'adequació de l'hàbitat pel llop, biomassa amb preses salvatges	125
○ 3.9. Adequació de l'hàbitat i zones protegides	126
○ 3.10. Adequació de l'hàbitat i densitats de població	127



Agraïments

Primer i abans que res, gràcies al meu director del projecte, Ferran Rodà, i al meu codirector, Josep López. La seva capacitat de treball i anàlisi sorprèn i entre tots dos m'han ensenyat tantes coses que es fa difícil dir-les totes. M'agradaria destacar, això sí, la demostració que m'han fet de que la perseverança sempre acaba donant els seus fruits.

Seguidament, m'agradaria donar les gràcies a tots els col·laboradors amb el projecte que, d'una manera o altra, han contribuït potser fins i tot sense saber-ho, a fer-lo tal i com és ara: Rosó Isern, Gabriel Lampreave, Josep Maria Massip i Gibert, Gregorio Mentaberre, Luis Cayuela, Oscar Cabezon, Oscar Ramirez, Jordi Garcia-Petit i Ignasi Castellví.

També, gràcies a tota la meva família i amics, per ajudar-me no només ara, sinó sempre que ho he necessitat i estar disposada sempre a fer de pilar on pujar per veure-hi clar. Especialment, gràcies a la meva mare i al meu pare, Catalina Martínez i Jaume Suau, així com al meu tiet, Antoni Martínez.

I finalment, gràcies a na Mar Cartró, qui ha passat amb mi les innumerables hores d'escriptura i ha fet que aquestes fossin un plaer.

De tot cor, gràcies a tots!



Introducció

El món actual és un món amarg per el medi ambient. Dades de la UICN calculen que entre 10.000 i 50.000 espècies s'extingeixen cada any, moltes d'aquestes, espècies que mai s'han catalogat o que ni tan sols han estat observades per cap ésser humà. Molts, no dubten en parlar de la sisena extinció, aquest cop produïda per una de les espècies de la Terra: Els humans.

La desaparició i fragmentació de l'hàbitat de les espècies, la caça massiva que es fa de moltes elles, el massiu ús que la raça humana fa dels recursos naturals, la extensió de les terres de conreu i de les ciutats, la contaminació dels paratges naturals, l'escalfament global del planeta... Totes aquestes causes i moltes més són les que fan que el món natural s'esfondri mentre nosaltres, arribem a passar ja dels 7.000 milions de persones al planeta.

Afortunadament, però, hi ha casos d'espècies que mostren que, quan la vida silvestre troba una oportunitat, sap aprofitar-la. El llop és un d'aquests casos rars, una espècie que ha conviscut amb l'home des que aquest va començar a caminar, del qual alguns diuen que l'home va aprendre a caçar, i sense el qual, de ben segur, la història de la humanitat hauria estat ben diferent. Són molts els lligams entre l'home i el llop, lligams que coneixem a través dels contes, de les llegendes i també a partir dels relats que ens expliquen com era la vida a l'antiguitat.

I és que la relació amb el llop, el que mai ha estat, és una relació tranquil·la. Pel perill que representava per l'home, per la competència que oferia quan caçava, pel mal tràngol que els ramaders passaven quan el seu bestiar era atacat, els europeus vam arribar gairebé a fer-lo desaparèixer del nostre entorn.

Però no, el llop aconseguí sobreviure en alguns territoris aïllats, fugint de nosaltres i resistint-se a desaparèixer. A poc a poc, els temps han anat canviant i ara, el llop sembla que torna a casa nostra, encara de manera feble, però de ben segur que de manera decidida. Ara bé, estem preparats per rebre'l?

Aquest estudi pretén trobar una part de la resposta. És sabut que el llop està en fase expansiva, gràcies en part a la protecció a què està sotmesa l'espècie i també gràcies a l'expansió que els boscs estan experimentant arreu d'Europa, recuperant terres de conreu i antics prats. El llop arribà de nou a Catalunya a partir de l'any 2000, i des de llavors, se n'han arribat a detectar com a mínim 14, que han circulat pels boscos catalans.

Confirmada la seva presència, el següent pas és comprovar si realment podrà assentar-se al territori. El llop desperta sentiments molt diferents segons on es pregunta, provocant por i fins i tot odi en certes persones, i en canvi amor i curiositat en d'altres. Trobar un equilibri entre totes dues visions és segurament l'opció més assenyada, però una cosa és segura: El llop és un animal més dels nostres boscos, propi del territori i peça fonamental del mateix. Si de veritat volem gaudir d'un bosc ben conservat, llavors haurem d'acceptar que hi hagi llops.

Confirmar si realment l'entorn català reuneix les condicions adequades per tal que el llop s'estableixi i es reproduïxi aquí és l'objectiu d'aquest treball, així com ser una eina més de la futura gestió que es farà del cànid, intentant trobar quins punts del territori català poden oferir unes condicions millors perquè el llop s'hi estableixi. El mètode usat ha estat la creació d'un model mitjançant una consulta a experts en el món del llop i coneixedors del territori català, que amb les seves opinions han donat la base per elaborar el model i poder analitzar l'adequació de l'hàbitat del llop a Catalunya.

Finalment, el projecte també inclou una anàlisi de les zones on és més probable que se succeeixin conflictes entre el llop i els humans, i idees a realitzar per intentar millorar o orientar la futura gestió que es realitzarà amb el cànid. Les mesures no van orientades només cap al llop, sinó també a la societat catalana, ja que només s'aconseguirà tenir realment una població de llops estable quan aquests siguin acceptats dins el territori, la població els conegui i sàpiga també com actuar envers ells.



Biologia del llop

Origen i taxonomia del llop

El llop, *Canis lupus*, membre actual del gran ordre dels carnívors, és una espècie que començà a originar-se fa 40 milions d'anys, durant l'Eocè superior, a partir de la família Miacidae. Durant molt de temps, fins fa un 7-8 milions d'anys, els cànids restaven "aïllats" al continent Nord Americà, diversificant-se en gran mesura i omplint també diversos nínxols ecològics. És en aquells moments, a finals del Miocè, que es forma l'estret de Bering, i els cànids s'estenen per tota Euràsia. Són els descendents d'aquests colonitzadors els que formaran als actuals *Canis lupus*, després d'una gran radiació evolutiva. Cal destacar també que fa 3 milions d'anys, els cànids aconseguen arribar al continent Sud

americà, quan es forma l'istme de Panamà, i també arriben a Austràlia ajudats pels humans a finals de l'Holocè. Així, els cànids són l'únic carnívor que aconseguix estendre's per pràcticament tot el món (contant amb que pot haver desaparegut després d'algun d'aquests continents), exceptuant l'Antàrtica (Gibert, 2011).

Pel que fa a les subespècies, els experts no han arribat encara a un consens general sobre aquestes. International Taxonomy Information System descriu 38 subespècies diferents de *Canis lupus*. Ron Nowak proposa resumir les 24 subespècies del Neàrtic en només 5, i els estudis de Wilson et al. que se centren en estudis genètics proposen l'addició a aquestes 5 de *Canis lupus lycaon*. Nowak (2003) inclou 12 tàxons diferents entre els llops eurasiàtics, i a la península hi ha encara discussió sobre si a la part oest d'aquesta hi ha una subespècie diferent, *Canis lupus signatus*, de la dels Apenins, *Canis lupus italicus*, que són els exemplars que arriben a Catalunya actualment. La classificació de Nowak inclou les subespècies següents:

Regne: *Animalia*
Fílum: *Chordata*
Subfílum: *Vertebrata*
Classe: *Mammalia*
Subclasse: *Theria*
Infraclasse: *Eutheria*
Ordre: *Carnivora*
Subordre: *Caniformia*
Família: *Canidae*
Gènere: *Canis*
Espècie: *Canis lupus*

Llops americans:

- Llop àrtic: *Canis lupus arctos*
- Llop de les planures: *Canis lupus nubilus*
- Llop d'Alaska: *Canis lupus occidentalis*
- Llop d'Algonquin: *Canis lupus Lycaon*
- Llop mexicana: *Canis lupus bayleyi*

Hi ha també controvèrsia amb l'anomenat llop vermell, que a l'estudi s'anomena *Canis rufus*, considerant-lo una nova espècie de llop vermell que s'encreuà amb el coiote.

Llops eurasiàtics:

- Llop de la tundra eurasiàtica: *Canis lupus albus*
- Llop rus: *Canis lupus communis*
- Llop del Caspi: *Canis lupus cubanensis*
- Llop indi: *Canis lupus pallipes*
- Llop àrab: *Canis lupus àrabs*
- Llop egipci: *Canis lupus lupaster*
- Llop europeu: *Canis lupus lupus*.

A la última subespècie, *Canis lupus lupus*, s'hi inclourien tant *Canis lupus signatus*, com *Canis lupus itàlicus*, *Canis lupus desertorum*, *Canis lupus chanco* i *Canis lupus campestris*.

Morfologia

El llop constitueix un dels exemples més clars de carnívors generalistes, estant la seva morfologia del tot adaptada a aquest paper. La descripció que en fem pren com a model el llop mediterrani, *Canis lupus italicus*, si bé l'espècie compleix amb les regles de Bergmann i d'Allen, augmentant de mida total cap a latituds més fredes, i augmentant la mida de les extremitats en zones més càlides.

El llop pesa al voltant d'uns 40 quilos, encara que les femelles són una mica més lleugeres que els mascles, i també més petites. Un llop d'entre quatre i cinc anys, farà més d'un metre de llargària, i entre 50 i 85 cm d'alçada. Les seves quatre potes acaben amb quatre dits les del davant i cinc les del darrere, totes elles amb urpes que no es retractilen, sinó que creixen i es desgasten des que neixen. A la planta de les potes hi tenen glàndules que fan servir per marcar el territori i identificar-se, si bé aquesta funció la compleixen en gran mesura amb les glàndules que tenen sota la cua. Aquestes glàndules són de fet els sacs anals, que produeixen una forta olor amb les seves secrecions i que serveixen als llops per identificar-se entre sí mitjançant l'olfacte.

Com a mamífer, un llop està recobert de pel, concretament, de dos tipus. Un pelatge curt i llanut en constitueix la capa més propera a la pell, i li serveix per retenir la calor corporal així com aïllar-lo del fred exterior. El pelatge més llarg i visible canvia de tonalitat segons les subespècies, sexes o edats dels llops, si bé normalment es troba entre els colors marronosos i grisosos.

La vista i l'olfacte són els dos sentits més desenvolupats del llop, seguit de l'oïda, menys estudiada, i deixant el sentit del gust en quart terme. El sentit de l'olfacte arriba

a una precisió tal, que són capaços d'identificar la presència de ferro rovellat en l'entorn, i se sol dir que la capacitat per distingir olors és entre 100 i 1000 vegades la del ser humà, tal i com la del gos. Pel que fa a la vista, són capaços de veure-hi bé amb llum escassa, fet que motiva que molts cops, cacin de nit (sobretot en zones on hi ha una alta presència humana, més intensa a les hores de dia). El camp de visió d'un llop és de 250º, i pot mantenir l'atenció en diferents esdeveniments alhora, tal i com es pot veure mentre caça. Pel que fa a l'oïda, se sap que poden escoltar udols a grans distàncies, de fins a 9 quilòmetres (Boitani, 2000; Landry, 2004).

Comportament

El llop és un clar exemple d'animal social. Per tal de tenir una supervivència més elevada, els llops segueixen l'estratègia de viure en grup, que anomenem llopades. Els avantatges de convidaure en llopades són varis: millor explotació de recursos alimentaris, així com major rang de preses possibles a l'hora de caçar; una més bona atenció per als cadells i un major control del territori. Els integrants de les llopades són membres d'una mateixa família, sent normalment una parella reproductora amb els seus descendents de fins a 3 anys d'edat. Aquesta és l'estructura "clàssica" a l'Europa occidental, encara que hi ha moltes altres possibilitats en la configuració final de la llopada. Una llopada pot adoptar un membre nou, i tampoc és estranya l'aparició de llops solitaris que han estat expulsats de la seva llopada o que la llopada s'ha disgregat. En zones on la principal font d'aliment són preses de gran mida, es poden unir dos o tres grups familiars, per tal de caçar conjuntament; i també es poden crear aquestes unions només durant una època de l'any. En llocs remots, on l'única font d'aliment són grans herbívors, es poden arribar a trobar llopades de fins a 40 individus.

Habitualment es parla de les relacions de dominància en les llopades. Encara que s'està molt lluny de tenir un coneixement clar de com actuen les relacions dins els grups naturals, les situacions en què els llops s'han estudiat tradicionalment són en llocs tancats, on s'hi estaven diversos individus sense parentiu entre ells. La majoria d'animals socials desenvolupen aquestes relacions de dominància en aquestes situacions. Els llops que viuen en un ambient natural, però, no constitueixen aquests grups tan heterogenis i per tant, l'estudi del comportament no es pot extrapolar en un cas i en l'altre. Les observacions de Mech, l'any 2000, realitzades a l'illa d'Ellesmere (una illa situada a la zona àrtica del Canadà) on els llops viuen allunyats de qualsevol interferència humana, descriuen un comportament més bàsic, en què els pares són dominants sobre els fills fins que aquests se'n van de la llopada (J. M. M. Gibert, 2011).

Les llobes entren en zel un cop l'any, parint entre 3 i 10 cries. Poques d'aquestes arriben a la maduresa, fet que es considera que passa als 22 mesos en les femelles i als 34 en els mascles. En aquest període, els llops joves abandonen la llopada per anar a buscar nous territoris on fundar una nova llopada, i poden arribar a recórrer fins a 1000km de distància abans de trobar la zona adequada.

Quan una llopada s'instal·la en un territori, establirà en aquest diverses zones on hi desenvoluparà activitats diferents. De nou, diferents científics consideren les zones de manera diferent. Ramon Grande del Brío, a *El Lobo Ibérico, Biología, ecología y comportamiento (2000)*, considera la zona de llar, que serà la zona on parirà la femella reproductora i on conviurà amb els llobatons, així com amb la resta de la llopada; la zona de domini vital, on la llopada conviu però hi ha certa activitat individual dels seus membres; i per acabar la zona de territori, que els membres de la llopada s'encarreguen de marcar amb senyals d'orina, excrements, o rascades al terra. Altres autors consideren que és millor separar les àrees on viu el llop en espai vital i territori (Landry, 2004). L'espai vital seria tot el territori per on la llopada es mou, ja sigui caçant, deambulant o vivint; i el territori seria la superfície més petita que la llopada realment marca de manera permanent i sent seva, defensant-la enfront d'invasions d'altres llops. Seguint aquesta denominació, el territori d'una llopada pot ser molt variable en extensió, anant fins als 2500 km² o més a Alaska, o només als 200 km² a les regions de França on avui comencen a haver-hi llops (Alps francesos).

Ecologia del llop

El llop és una de les espècies que més s'ha adaptat a diferents entorns arreu del planeta. El podem trobar en multitud d'hàbitats diferents però sempre compleix un mateix paper en l'ecosistema, el de súper depredador. Es creu que l'espècie s'originà en zones estepàries, però avui en dia, a Europa, és una espècie eminentment forestal. Es tenen dades que a Catalunya vivia des del nivell del mar, fins a l'alta muntanya, i migrava durant els mesos més secs cap a les zones humides per trobar-hi aigua.

Les preses del llop depenen en gran mesura del lloc on aquest habita. A la "Sierra de la Culebra" (serralada a l'Oest de la província de Zamora), s'alimenta bàsicament d'isards, mentre que a "Sierra Morena" (Serralada situada al Nord d'Andalusia), és el cérvol qui té un paper principal. A les planures cerealistes castellanès, s'alimenta bàsicament de conills i de carronya abandonada als camps pels pastors, encara que si les preses salvatges i la carronya no són suficients, el llop no dubtarà d'atacar un ramat desprotegit d'ovelles, cabres o fins i tot vaques o cavalls (I. G. Castellví, 2008). Rates, esquirols, cabres, insectes i fins i tot, guineus, poden entrar dins la dieta del llop i

també se l'ha vist menjant fruita o en alguns casos herbes, per purgar el seu estómac. Podem veure doncs que estem parlant d'un carnívor generalista, que se situa al punt més alt de la xarxa tròfica, i que per això, té la capacitat de regular les poblacions d'animals que depreda.

Un dels casos més estudiats de reintroducció de depredadors en ecosistemes pertorbats és precisament el de la reintroducció del llop al Parc de Yellowstone (Gran Parc Nacional situat al Nord d'Estats Units). En aquest, els uapitis (*Cervus elaphus canadensis*), s'havien convertit en un problema ja que la seva població augmentava sense control, i perjudicava la vegetació de la zona. El llop havia desaparegut del parc després de la seva persecució, que en causà l'extinció local entre el 1915 i el 1926. El 1995, es decidí reintroduir el llop per fer disminuir la població d'ants, i possibilitar així que els boscos es regeneressin. Es calcula que després de la reintroducció del llop, la població d'ants ha disminuït un 40%, encara que la recuperació de la vegetació encara s'estudia i és motiu de debat (W.J. Ripple et. al, 2001), (Fortin et. al, 2005), (Laundre et. al, 2001).

Tota xarxa tròfica se sustenta en els nivells bàsics, però també són igual d'importants els altres nivells, com a reguladors dels immediatament inferiors. El llop, en les comunitats on habita, no només regula les poblacions que depreda, sinó que a més assegura que els individus malalts o vells no visquin gaire, assegurant així que les malalties no es propaguin, i que els recursos es destinin als exemplars joves. A més, amb la presència de llops també es produeix selecció genètica en les espècies presa, ja que només sobreviuen els individus forts i sans que aconsegueixen escapar-se'n. Segurament, amb la presència del llop, l'anomenada malaltia de frontera no hauria delmat tant les poblacions d'isards al Pirineu Català. (D. Martin 2007)

L'hàbitat del llop

Costa definir un hàbitat preferent pel llop. Se sap que a Europa, bàsicament, el llop prefereix les zones forestals, normalment alpines. Ara bé, si això és fruit de la tranquil·litat associada a aquestes zones o fruit de les seves pròpies característiques inherents, ja és motiu de discussió. Preferentment, buscarà terrenys on hi hagi preses abundants, amb certa cobertura forestal i arbustiva, per poder amagar-se quan ho trobi convenient, així com per fer el cau quan es reproduïxi. També buscarà zones amb aigua abundant, sobretot durant l'època de cria, així com zones on l'activitat humana no sigui elevada, o almenys, on la persecució per part dels humans sigui baixa. Cal dir però, que el llop és un animal amb molta adaptabilitat, i s'han trobat caus sota un arbre al mig d'un camp de cereals, o sota un pont d'una carretera, per exemple.

Aquests casos, venen per l'acceptació social del llop a cada territori, així com la tolerància que tinguin els mateixos llops envers els humans, fruit de la seva pròpia experiència.

Dinàmica de les poblacions

Tot i l'alt nombre d'estudis sobre aquest mamífer, l'amplitud del seu hàbitat i la seva àmplia distribució fa que donar unes dades específiques de la seva població global sigui molt aventurat. A més, la majoria d'aquests estudis es realitzen a Amèrica, en zones on els llops viuen en unes condicions molt diferents a les d'Europa. No obstant això, arreu és ben coneguda la capacitat d'aquesta espècie per recuperar-se després de sofrir pèrdues molt elevades, així com de colonitzar nous territoris ràpidament. Després d'estar amenaçada de desaparició en algunes regions, ha protagonitzat recuperacions ràpides en el nombre d'efectius que el diferencien de moltes espècies amenaçades. Aquestes, solen tenir un hàbitat concret i unes poblacions petites o que augmenten en nombre a poc a poc. El linx ibèric (*Lynx pardinus*) seria un exemple d'espècie amenaçada amb les característiques citades anteriorment. En canvi, el llop té una alta taxa reproductiva, així com una dieta generalista que li permet alimentar-se de multitud de preses diferents, o fins i tot, obtenir bona part de la seva alimentació de la carronya. En base a estudis realitzats a Nord Amèrica, (Keith 1983) s'estableix que les poblacions de llop descendeixen quan la mortalitat anual és igual o superior al 30-40% de la població, deixant-ne fora els joves de menys de 6 mesos. Una població de llops podria també duplicar-se cada 4 o 5 anys, quan es troba en una zona d'hàbitat favorable, i s'han trobat casos més impactants com a Michigan, on entre 1991 i 1994 la taxa d'increment era del 50% anual. Aquests casos, però, necessiten que hi hagi una població "font" que porti exemplars a les noves zones que s'estan colonitzant (M. J. Potvin et. al; 2005). Els llops que viuen en ambients naturals moren per ferides fetes durant les caceres, durant les baralles pel liderat de la llopada, per malalties, malnutrició o fam, però en ambients més humanitzats, les causes de mort més habituals són la caça, els atropellaments o els enverinaments (V. J. Colino-Rabanal, et al. 2010; L. Boitani 2000).

L'àrea on habita l'espècie actualment està en continua expansió. Són els individus joves, que decideixen marxar de la llopada, els que estenen l'àrea on trobem llops. Malgrat que es poden trobar mascles molt lluny dels punts on hi ha poblacions de manera permanent (els individus que anem trobant a Catalunya en són una mostra), que en aquests punts tant distants s'hi acabin establint femelles reproductores és molt més rar. Normalment, aquestes tenen un caràcter més filopàtric, i busquen territoris

més propers a on es van criar fent que l'espècie es vagi propagant com una taca d'oli, colonitzant els espais més adequats primer.

La població del llop a l'actualitat

Avui en dia, el llop es distribueix per gairebé tot l'hemisferi Nord, i si bé en paràmetres globals té una classificació a la UICN de preocupació menor (LC), justificada per la seva població constant i per el seu ampli rang de distribució, a nivell local sí que pot trobar-se en una situació amenaçada (EN). En paràmetres generals, l'hàbitat adequat per al llop s'ha reduït en un terç del que es calcula que tenia abans de la revolució industrial, principalment per la realitat viscuda a les àrees desenvolupades d'Europa, Àsia, Mèxic i els Estats Units d'Amèrica. La persecució deliberada i sobretot el verí van eliminar-ne molts exemplars, principalment per eliminar la competència per la caça, però també per fer disminuir els caps de bestiar morts per atacs de llop. Des del 1970, el canvi a nivell legal, els canvis en els usos del sòl i la disminució de la població en ambients rurals han possibilitat que la població de llops tornés a augmentar, així com que pogués recolonitzar àrees d'on s'havia eliminat del tot la seva presència. S'estima que la població mundial de *Canis lupus* ronda entre els 150.000 i els 200.000 exemplars (L.D. Mech, L. Boitani 2004), i la seva evolució és incerta ja que mentre augmenta en nombre als països desenvolupats, disminueix en els països en desenvolupament.

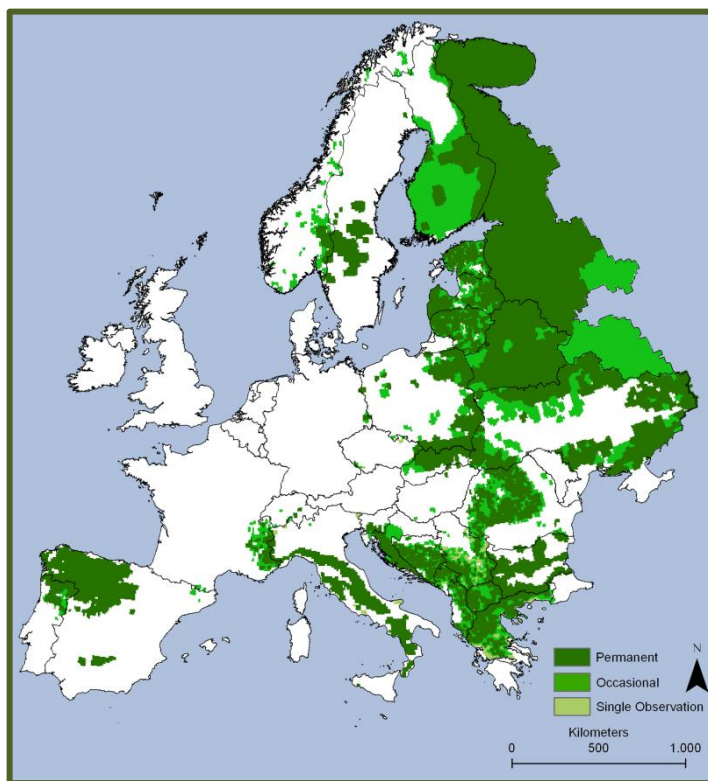


Recentment (20 d'Agost de 2012), investigadors espanyols han informat a través de la revista especialitzada "Quercus", que han confirmat la presència de llops al Marroc (a la Serralada de l'Atles), utilitzant trampes de fototrampeig. Encara que la notícia s'ha de confirmar a través d'investigació científica, el fet podria confirmar-ne la presència també a Etiòpia i Egipte, on com al Marroc, s'han notificat nombroses vegades d'encontres amb xacals estranyament grans que no serien realment xacals, sinó llops.

El llop a Europa

Arreu d'Europa, les poblacions de llops estan en expansió, o mantenen el seu nombre d'exemplars. Hi ha diversos nuclis de població que estan en diferents situacions:

- La població de l'Oest, d'uns 2000 exemplars que habiten al Nord-Oest de la península ibèrica, augmenta en nombre al mateix temps que recolonitza territoris on habitava anteriorment, arribant a passar al Sud del Duero. Hi ha un petit nucli, a Sierra Morena, no connectat a aquesta població principal que té un estat més greu de conservació i que està classificat per la UICN com en perill crític (CR), tot i que la població sembla que es manté estable entorn dels 50 individus.
- Una població central, provinent bàsicament dels Apenins italians amb uns 500-600 efectius però que ja ha mantingut contacte amb la població dels Alps, que es xifra en uns 100-120 llops. D'aquestes poblacions se n'han trobat rastres a llocs distants, com als Pirineus Catalans, on han arribat mascles joves buscant nous territoris (Blanco y Cortés 2002, Álvarez 2005)
- La població dels Carpats i els Balcans, que és la població més saludable i amb més llops de tot Europa, llevat de la població Russa, té al voltant de 10.000 exemplars i manté connexions amb les poblacions veïnes, tant al Nord com a l'est.
- La població de més al Nord, a tot l'Est del mar Bàltic, Finlàndia i Polònia, manté uns 4500 efectius i està connectada amb la població provinent de Rússia. A més, també es va expandir cap a la península escandinava, en una colonització molt estudiada i produïda per una sola parella reproductora que s'establí a Suècia, el 1983. La població anà augmentant en nombre però mostrava signes evidents de falta de variabilitat genètica, que es resolgueren de manera natural amb l'entrada d'un sol i únic mascle



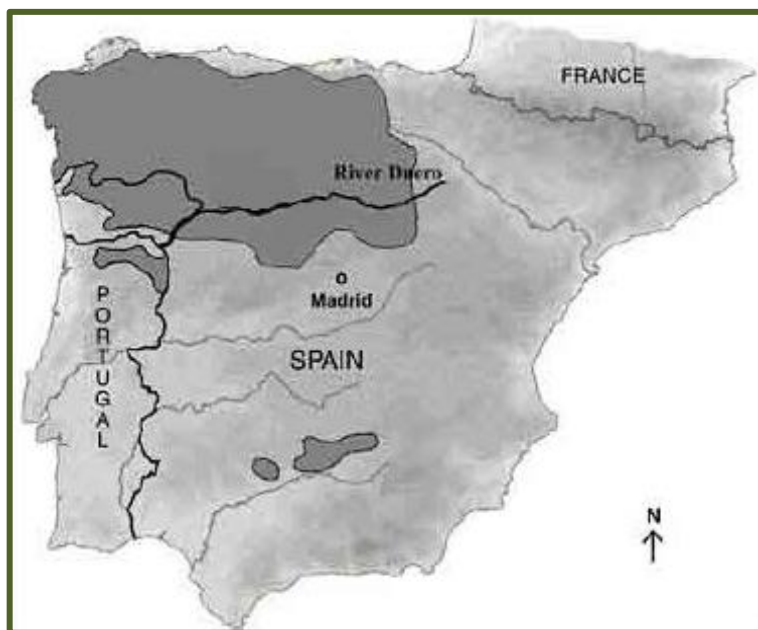
Distribució del llop a Europa. Font: Comissió europea

que arribà a la zona el 1991. Des de llavors la població ha anat creixent fins al nombre actual de 130-150 llops (C. Vilà, A. Sundqvist, et al 2002).

- En conjunt, la població de llops a Europa, comptant la part europea de Rússia, arriba als 18000-20000 individus (Linnell et al. 2007)

El llop a la península ibèrica

El llop, a la península, manté la població més gran de tota l'Europa Occidental. Després d'arribar al seu mínim durant la dècada dels 60, que el relegà a les muntanyes del Nord-oest i a una petita població a Sierra Morena, a partir dels anys 70 la població del Nord-oest començà a recuperar-se i expandir-se per bona part del Nord peninsular (M. Rico i J. P. Torrente, 2000). La població del Sud no mostra el mateix vigor, i



Població del llop a Espanya. Font: Blanco y Cortes (2002)

sembla estancada als voltant dels 50 individus. Les causes de la expansió del llop al Nord d'Espanya són les mateixes que les que provoquen l'expansió arreu d'Europa i Amèrica, tot i que Blanco (2005), cita 4 causes concretes que explicarien l'evolució del llop a Espanya:

- 1) L'augment d'ungulats silvestres i altres canvis ecològics propiciats per l'abandonament del món rural durant les últimes dècades.
- 2) El canvi de la legislació, que passà de considerar al llop com a una "alimaña", a considerar-lo una espècie cinegètica o protegida segons la zona. Cal assenyalar aquí la gran incidència que Félix Rodríguez de la Fuente, amb la seva gran tasca de divulgació ambiental, tingué en el canvi de mentalitat de bona part de la població espanyola, que acabà desencadenant el canvi també en la legislació de l'època.
- 3) La manera en què les comunitats autònomes han exercit la caça i el control del llop, promulgant normes legals molt ambigües

- 4) La indemnització dels danys produïts als ramats, que es considera la millor tècnica de sensibilització cap als ramaders.

Tot i que no hi ha dubte que la població de llops augmenta, no hi ha dubte tampoc que no ho fa de la mateixa manera arreu del territori espanyol. Al Nord-oest, Galícia i Astúries, sembla que les poblacions es mantenen estables o han crescut lleugerament des del 1988, en canvi, a la zona Nord-central, el llop ha trobat una barrera que sembla infranquejable de travessar: A Cantabria, els llops es mantenen sota un estricte control, i són abatuts quan s'apropen a zones on la ramaderia extensiva és present. Al País Basc, se sap que al 2001 una femella s'hi va reproduir amb èxit, però la conflictivitat que desperta el tema del llop a la zona ha fet que els llops no s'hi propaguessin, fent que de moment les ocasions en què se li ha pogut veure hagin estat merament anecdòtiques (C. Alfonso, 2002), i que l'arribada de llops provinents de l'Oest de la península cap a l'Est no es produeixi.

A la zona Sud-oriental de Castella i Lleó, és on els llops mostren més avenços. No només han mantingut les zones on ja eren presents, sinó que han avançat uns 20.300 km² des de les àrees en què es trobaven el 1988. També han recolonitzat uns 19.700 km² al sud del Duero, establint ja poblacions permanents fruit de la saturació que hi havia a les planures cerealistes de Castella i Lleó. Ara bé, cap a l'Est de la península, a la Rioja, ja sigui per falta de recursos o perquè realment no n'hi arriben, no s'hi ha detectat encara cap llop.

Hi ha dades també de llops que habitaven a Extremadura i Andalusia. Les poblacions d'Extremadura es trobaven tocant les poblacions de Portugal, estant unes i altres estretament relacionades. Avui en dia però, el nombre d'exemplars vistos s'ha reduït en gran mesura, i estudis que s'han realitzat neguen la presència d'activitat reproductora (M. Rico, L. Llaneza, P. Fernández, J. Carranza; 2002). Les poblacions Andalusenes es troben a Sierra Morena, i si bé encara hi ha reproducció, es considera que la població està en estat crític.

La població de llops a Espanya no s'entén si no es té en compte la relació que existeix amb els humans, el grau de tolerància existent a la regió i la política de gestió que es desenvolupi des de l'administració. Blanco, en el seu exhaustiu anàlisi: *"Recuperación de un canívor en un ambiente cambiante"* (2005), estableix dues posicions antagòniques pel que fa a la conservació del llop. La primera entén les poblacions de llops i el seu maneig com a bens que han de ser explotats, és a dir, que el fi de les poblacions de llops és servir per la caça esportiva o qualsevol altre ús que se li pugui

donar. L'altra posició, veu les poblacions de llops com a poblacions d'una espècie que cal protegir per damunt de tot, i en prohibiria la gestió i en promouria la reintroducció, allà on fos necessari. Exemples de les dues posicions, així com de les nombroses posicions intermèdies, n'hi ha arreu, i l'èxit d'unes o altres en assegurar la continuïtat del llop depenen de cada cas i lloc concret. La viabilitat d'una estratègia o d'una altra radica principalment en la tolerància que la població tingui envers el carnívor, i en la capacitat de l'administració per gestionar els conflictes que sens dubte sorgiran.

Història del llop a Catalunya

La història del llop a Catalunya és similar a la història del llop arreu d'Europa. Des de l'edat mitjana s'ha caçat o emmetzinat, i si bé al principi la població de llop era contínua a tot Europa, entrant el segle XVIII, ja només quedaven poblacions aïllades del carnívor arreu de l'Europa Occidental. Costa donar una època d'inici de la decadència de les poblacions de llop a Catalunya, però sí que podem saber que els segles XVIII, XIX i començaments del XX foren especialment desastrosos, fet que, a la llarga, va abocar a la desaparició total del llop a Catalunya.

La tala de boscos per construir vaixells devia suposar el primer pas en delmar les poblacions de llops, durant els segles XII a XIV. Al XVIII, amb l'intent de dominar l'Atlàntic per part de la flota espanyola es va fer retrocedir els boscos altra vegada, de la mateixa manera que ho feu la revolució industrial, més activa a Catalunya i al País Basc que a la resta de territoris peninsulars. A més, cal sumar a aquests esdeveniments diversos processos que jugaren en contra de les poblacions de llop: La progressiva disminució de les preses salvatges, que es veien afectades també per la pèrdua d'hàbitat forestal, la caça institucionalitzada del llop arreu de Europa i d'Espanya, i l'aparició de potents verins com l'estricnina. Aquests diferents factors, sumats, foren el que finalment acabà per fer desaparèixer del tot els llops de molts punts del territori.

Malgrat la falta de fons documental, se situa la mort de l'últim llop a Catalunya vora l'any 1929, a Horta de Sant Joan (Poble situat a la Terra Alta, Sud de Catalunya). Hi ha altres indrets que reclamen la mort de l'últim llop a Catalunya, però la falta de dades o d'un control més rigorós en aquella època fan que la veracitat en sigui qüestionable. Cal esmentar però el cas del llop dissecat de Ripoll, mort entre el 1920 i el 1940, caçat en aquella mateixa zona, i del que un anàlisi de ADN mostra que forma part de l'haplotip europeu, i no pas ibèric o en tot cas italià, com fora d'esperar (S. Filella, 1999; vist a J. M. M. Gibert, 2011). Cal doncs treballar més a fons amb mostres genètiques de llops dissecats, per comprovar l'antiga distribució del llop a Europa.

El retorn del llop a Catalunya

El 1997, els ramaders establerts dins el Parc Natural del Cadí-Moixeró parlaven d'una bèstia que es menjava el bestiar i que actuava amb especial discreció i rapidesa. Adreçant-se als responsables del parc, aquests començaren a indagar pistes de possibles gossos assilvestrats, però alhora entraren en contacte amb els responsables del Pirineu de la Catalunya Nord, que també tenien constància d'aquest tipus d'atac a la zona. Allà però, es considerava la possibilitat que la bèstia fos un llop, i els responsables del parc del Cadí, així com els agents rurals de Catalunya començaren a buscar pistes que poguessin confirmar la presència del llop al nostre territori. Pèls i excrements foren trobats i analitzats i es comprovà que pertanyien a fins a 14 llops i una lloba d'haplotip italià, que havien passat per Catalunya de manera continuada com a mínim des del 2000 fins a l'actualitat (G. Lampreave, et. al.; 2011). A partir del 2004, la Generalitat de Catalunya ja reconegué la presència del llop al territori, en pronunciar el conseller de Medi Ambient, Salvador Milà, la frase: "Ja tenim llop". Des de llavors, el servei de Fauna, Flora i Animals de Companyia de la Generalitat passaria a coordinar el seguiment de les operacions de maneig del mamífer, conjuntament amb els Parcs Naturals, els agents de l'Àrea de Caça, el Cos d'Agents Rurals, o les Reserves Nacionals de Caça.

De moment, s'han trobat moltes més dades de mascles que de femelles, que quan s'han pogut observar, s'ha comprovat que són individus joves. A més, els pocs atacs que el bestiar ha sofert atribuïbles al llop fa pensar que cap d'ells s'ha establert al territori de manera estable. Així doncs, a Catalunya arriben individus que busquen un nou territori on establir-se, però en no trobar-hi femelles, continuen el seu viatge. Comptant amb el moment d'expansió en què es troben les poblacions de llops, el més probable és que el dia en què un llop decideixi establir-se a Catalunya no sigui massa lluny, però cal dir que eren ben pocs els que pensaven que el dia seria tan proper, abans que es confirmés la presència del llop al Cadí per primera vegada.

Estudis de l'hàbitat del llop a Europa

El llop és una de les espècies més estudiades a nivell internacional. L'àmplia distribució, la importància que sempre ha tingut la seva relació amb els humans o el seu caràcter d'espècie final de la xarxa tròfica són algunes de les raons que ho expliquen. L'hàbitat del llop, per tant, també ha estat molt estudiat arreu, i és qüestió no només de interès científic, sinó que a l'anar les poblacions de llop creixent i colonitzant nous territoris, també l'interès social augmenta.

Estudis d'adequació de l'hàbitat del llop a Europa s'han fet als Apenins italians (A. Massolo, A. Meriggi, 1998), a Polònia (W. J. Edrzejewski, B. J. Edrzejewska, B. Zawadzka, T. Borowik, S. Nowak, R. W. Myszajek, 2008), a Portugal (J. Eggermann, G. Ferrao da Costa, A. M. Guerra, W. H. Kirchner, F. Petrucci-Fonseca; 2009) i a Espanya (L. Cayuela, 2004). Són només una petita part dels estudis sobre aquesta espècie, que mostren que si bé cada cas és un cas especial, sempre hi ha certs factors que tenen protagonisme:

- La presència d'aliment per als llops a la zona: Els llops són carnívors i com a tals, necessiten certa quantitat de carn per establir-se en una zona. Són però, molt adaptables, i mentre que el més corrent és que s'alimentin d'ungulats salvatges, els llops de Portugal s'alimenten en gran mesura d'animals domèstics (ovelles i cabres), i en canvi els llops de les planures cerealistes castellanes troben molta de la carn que consumeixen en forma d'animals morts que els ramaders deixen als prats. Cal tenir en compte però que si els llops basen la seva dieta en els animals domèstics, els conflictes amb els ramaders de la zona seran més importants, i per tant serà més difícil que la convivència es produeixi de la manera convenient.

- L'hàbitat: La majoria d'anàlisis actuals de la situació del llop situen com a aspecte fonamental de la seva expansió l'augment de la massa forestal arreu del món desenvolupat. L'hàbitat forestal és doncs a varis punts d'Europa un punt clau en la distribució del llop (Jedrzejewski et al. 2004, 2005), (Findo and Chovancova, 2004), ja que hi troba protecció, un entorn propici per fer-hi el cau, i també varies de les preses que depreda. A d'altres punts, com a Portugal, l'hàbitat no mostra gaire influència en la distribució de les llopades (J. Eggermann, G. Ferrao da Costa, A. M. Guerra, W. H. Kirchner, F. Petrucci-Fonseca; 2009). Certs estudis fan menció també a la necessitat de trobar certa diversitat d'hàbitats, a més del forestal, a l'entorn on el llop s'ubica, encara que amb certa controvèrsia. Aquesta és generada pel fet que, en moltes zones, la diversitat d'entorns és produïda per la modificació que els humans fan del territori. Així, entren en joc dues variables que es relacionen: la tranquil·litat i poca presència

humana a la zona, amb la diversitat d'entorns, on els llops poden trobar diferents espècies de què alimentar-se (A. Massolo et. al; 1998). És molt important també la presència d'aigua a prop del cau, fonamental per poder fer que els llobatons sobrevisquin. Cal mencionar però que l'àmplia adaptabilitat del llop ha possibilitat trobar una parella reproductora que havia fet el cau sota un arbre enmig d'un camp de cereals, aïllats de qualsevol altre massa forestal; i també hi ha el cas de caus que s'han trobat al costat de petits estanys, entre el canyissar, allunyats de qualsevol ambient forestal.

- La presència humana a la zona: Aquesta és la variable que més canvia en funció de la zona d'estudi. Els llops de certs indrets molt antropitzats, com els amplis camps de conreu castellans, demostren una tolerància molt alta amb l'home, basant de fet bona part de la seva dieta en el bestiar mort que els ramaders abandonen als prats. En canvi, els llops dels Apenins Italians busquen preferentment les zones on no hi habiten humans, així com els llops de Bialowieza (Bosc situat a la frontera entre Bielorússia i Polònia, veure glossari). Alguns autors parlen de preferències que els llops han desenvolupat després de molts anys de persecucions, i d'altres de simple preferència per la tranquil·litat, inherent a la majoria d'espècies animals. Cal destacar el cas del cau trobat just sota un pont per on passava una carretera, per tornar a demostrar que els llops són animals molt adaptables a qualsevol situació.

D'aquesta manera, qualsevol estudi sobre l'hàbitat del llop en una zona determinada haurà de considerar aquestes tres variables, ja sigui de mode directe, o de mode indirecte, com en alguns estudis es fa amb la presència de preses en l'entorn, per manca de dades.



Els apartats anteriors mostren que el llop és una espècie en expansió, que tot just comença a arribar al territori català, i que la seva progressiva colonització del territori pot comportar conflictes amb els habitants d'aquest si no se'n fa una bona gestió. Aquesta gestió ha de considerar els tres espais temporals bàsics: L'abans, el durant i el després de l'establiment del llop. Les dades de llops que arriben al territori mostren que estem acabant amb la primera etapa, i que segurament no estarem molts anys a veure com s'anuncia el primer esdeveniment de reproducció del llop a Catalunya. Per això, cal centrar els esforços a dissenyar un pla integral envers aquesta espècie, monitoritzar tots els successos i, sobretot, avançar-se als esdeveniments abans que ocorrin.

El projecte s'emmarca en aquest sentit: en la planificació d'un esdeveniment, l'establiment del llop, que es considera no gaire llunyà en el temps. Comprovar en quins punts de Catalunya és més probable que el llop es reproduïxi ajudarà a poder anticipar-se a la seva arribada, començant ja a gestionar-la prenent les mesures que es considerin adients, podent-les així focalitzar als territoris on primer es creu que arribaran els llops.

En cas que els llops s'establissin a Catalunya de manera permanent, podríem trobar-nos en dos escenaris radicalment diferents:

- El llop troba un territori ampli amb una adequació de l'hàbitat elevada, que possibilita que la població augmenti en nombre d'individus i es constitueixin diverses llopades diferents dins el territori. La població aniria així augmentant i s'acabaria consolidant en una nova població estable, que podria fer de nexa entre les poblacions més occidentals i orientals de manera permanent.

- El llop troba una adequació de l'hàbitat prou bona com per reproduir-se al territori, però la zona que reuneix les condicions necessàries no és prou extensa com per permetre que els llops puguin augmentar en nombre de manera significativa. Així, la població de llops estaria sotmesa a una estocasticitat molt més elevada, i serien freqüents les extincions locals i posteriors recolonitzacions des d'altres àrees amb poblacions més estables.

L'anàlisi de l'adequació de l'hàbitat pot donar indicis de quin dels dos escenaris és més probable que es doni en cas que el llop s'establís de manera definitiva. A més, pot donar indicis de quines zones s'han de millorar (en termes d'adequació), perquè el llop pugui expandir-se a nous territoris i donar així continuïtat a la seva població.

Estudiar l'adequació de l'hàbitat del llop implica tenir en compte variables tan diferents del territori, que gairebé es pot associar a fer-ne un anàlisi de caràcter global. Aquelles zones on finalment el llop s'estableixi, poden considerar la seva presència com un indicador de la qualitat del seu entorn natural, i així fer-lo servir com un reforç per al seu sector turístic.

No cal dir que el llop pot ser vist com un problema o com una oportunitat, i segurament les diferents persones del territori tindran motius diferents per veure'l d'una o altra manera. L'estudi, doncs, pretén ser un anàlisi objectiu i de rigor, perquè creiem que aquesta és l'única manera eficaç d'encarar aquesta nova situació.



Models d'adequació de l'hàbitat

L'estudi de l'hàbitat de les espècies ha estat un dels camps de l'ecologia des dels seus inicis. Sempre s'ha sabut que determinades espècies viuen en certs indrets, i queden excloses d'altres indrets on d'altres espècies sí que poden en canvi sobreviure-hi. L'estudi de quines condicions són les que determinen que una espècie pugui viure en un indret, i no en un altre, va ser el que va començar a despertar l'interès per estudiar l'hàbitat de les espècies. Després, amb l'avanç de l'ecologia, es va establir el concepte de nínxol. Aquest fou desenvolupat de manera independent per dos autors: Joseph Grinnell (1917,1924), i Charles Elton (1927). Les primeres idees sobre aquest concepte foren una mica diferents, ja que mentre el primer es referia a les influències estrictament de l'ambient físic que influïen en el creixement, supervivència i reproducció d'una espècie determinada, el segon hi incloïa també les interaccions biològiques. El concepte anà evolucionant, prenent especial importància en els estudis d'exclusió competitiva, realitzats per G. F. Gause (1934, vist a M. C. Molles Jr, 2006), en què exposava que dues espècies amb el mateix nínxol no podien coexistir de manera indefinida en el mateix espai i temps. G. Evelyn Hutchinson (1957), en un article anomenat simplement *Comentaris finals* definí després el concepte de nínxol com un "hipervolum n-dimensional", on "n" és el nombre de factors ambientals importants per la supervivència i reproducció d'una espècie. Entenia que aquest "hipervolum" era el nínxol fonamental de l'espècie, i que després aquest havia de tenir també en compte les condicions fruit de la interacció amb altres espècies per acabar definint el concepte de nínxol específic.

L'altre base sobre la qual es recolza aquest projecte és la més recent de creació de models numèrics, capaços de descriure i predir el comportament geogràfic de les espècies. Aquests models s'anomenen en conjunt "models de distribució d'espècies", i s'hi engloben tots aquells que relacionen les dades sobre distribució d'espècies en situacions geogràfiques concretes, amb les dades sobre el medi ambient i/o les dades sobre les característiques espacials d'aquestes mateixes situacions geogràfiques concretes. En conjunt, s'engloben dins el concepte de models de distribució d'espècies (tot i que alguns tenen significats més acurats o lleugerament diferents a l'enunciat anteriorment), els que s'anomenen "models bioclimàtics", les "envoltants climàtiques"

(*climatic envelopes*), “models de nínxol ecològic”, “models d'hàbitat”, “funcions de selecció de recursos”, “mapes de rangs”, “models correlatius” i “models espacials”.

Aquests models de distribució van començar a ser una realitat quan els estudis de camp sobre associació d'hàbitats de diferents espècies, basats en funcions lineals de regressió (Capen, 1981; Stauffer, 2002), es van beneficiar tant de nous models de regressió que milloraven el tractament estadístic, com d'una nova abundància de dades basada en les noves tecnologies de la comunicació i la informació. En paral·lel, es produïen avenços en el tractament de la informació geogràfica, així com en la recopilació d'aquesta creant models d'elevacions de molta precisió i sensors remots de condicions a la superfície de la terra. Per tractar tota aquesta informació, van idear-se els Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), que permetien guardar i tractar aquesta informació, així com superposar mapes i realitzar operacions entre les seves capes.

Els primers estudis de distribució elaborats amb SIG usaven tècniques d'aparellament ambiental (Nix, 1986; a J. Elith i J. R. Leathwick, 2009). Els estudis d'avui en dia són molt més complexos, fent servir moltes variables i basant-se en models estadístics més avançats, com la distància de Mahalanobis (L. Cayuela, 2004). Els models de distribució d'espècies han utilitzat molt els anàlisis basats en regressions, més i tot que en altres aplicacions de l'ecologia. D'aquesta manera, s'han fet servir anàlisis de regressió per predir la distribució d'arbres i arbusts (Guisan et al., 1999), d'espècies herbàcies (Guisan i Theurillat, 2000), d'espècies animals marines (Manel et al., 2000), d'animals terrestres (Jaberg i Guisan, 2001), i també d'ocells (Manel et al., 2000).

Factors d'un model de distribució d'espècies.

- L'escala: L'escala és rellevant en tant que en depenen l'extensió que s'estudiarà i també el gra de l'estudi. L'extensió és molt diferent en un estudi macroecològic o climàtic, que normalment considerarà tot el globus o continents sencers, que en un estudi basat en la conservació d'una espècie, que tindrà caràcter regional. El gra de l'estudi descriu les propietats de l'estudi o de les dades que aquest fa servir, i el veiem representat en la mida de les cel·les que configuren les capes del mapa. És a escales grans quan el gra es fa més problemàtic, ja que les particularitats locals, que poden ser importants i decisives, queden emmascarades dins el global.
- Explicatiu / Predictiu: Un model de distribució d'espècies pot ser un model explicatiu, que mostri com es distribueix una espècie en el territori on habita, per intentar conèixer millor les seves característiques i entendre millor la seva distribució; o pot ser un model predictiu, que estudiï els llocs on en aquell

moment habita l'espècie per arribar a extrapolar-la a altres llocs on no hi habita i veure si aquests són adequats per a fer-ho, i si és així, en quines zones arribaria a poder establir-se d'aquests. Els models predictius han anat guanyant protagonisme, sobretot en plans de gestió per la conservació d'espècies, i s'han mostrat molt útils per la planificació de les accions a realitzar en diferents situacions; però comporten també certs perills. En un estudi de caràcter predictiu, de manera més acusada si a més extrapola també en l'espai, és més important encara que les variables estiguin directament relacionades amb la distribució de l'espècie, i que no siguin variables que hi influeixin indirectament. Les relacions que s'estableixin en un lloc i moments determinats poden no produir-se o produir-se de manera diferent en un altre lloc o moment. Els estudis predictius, a més, no poden evitar la variabilitat en el comportament de les espècies, que no poques vegades sorpren als investigadors i, per tant, cal que vagin acompanyats sempre de la major quantitat de dades addicionals i de la major modèstia possible dels autors.

- Tria de les variables a considerar: Avui en dia, hi ha una base de dades molt gran d'informació geogràfica. Pot ser informació de variables físiques (altitud, temperatura, humitat, precipitacions, etc.), socials (densitats de poblacions, usos de sòl, mapes de carreteres, àrees protegides, etc.), i en menor grau biològiques (censos de poblacions, hàbitats, producció primària, etc.). Resulta molt temptador per als investigadors ajuntar quantes més variables millor per realitzar estudis sobre el comportament de les espècies, esperant que el model resulti més acurat, i que sigui el mateix model el que delimiti quines variables tenen importància i quines no. Hi ha molta crítica en aquesta manera de procedir, ja que es considera que els retocs estadístics mai podran, ni han de substituir la mateixa intel·ligència dels investigadors en la tria de les variables. Segons Mac Nally (2000), el model i per tant també les seves inferències milloraran en qualitat quan les variables s'hagin extret del coneixement anterior i la teoria. A més, cal vigilar a l'hora d'afegir variables que poden o no tenir relació amb la distribució de l'espècie, ja que poden donar molta correlació per simple casualitat o per un efecte indirecte d'una altra variable que no estem considerant.

Tipus de models de distribució d'espècies

Podem dividir els models de distribució d'espècies en dos grans grups: els anomenats mecanístics, i els correlatius.

- **Mecanístics:** Es basen en mesurar les respostes de les espècies als diferents factors ambientals que prèviament s'han seleccionat. Després, es construïran equacions que indiquin la resposta de l'espècie sota els diferents valors d'aquests factors. Finalment, s'incorporaran totes les equacions en una de sola que les tingui a totes en compte.
- **Correlatius:** Basats en determinar primer en quins llocs és present l'espècie; seguidament establir quines són les condicions ambientals d'aquests llocs que són importants en el fet de que l'espècie sigui en aquell indret, així com mesurar els valors o variacions de cada una d'elles a cada indret en concret; seguidament construir expressions estadístiques que expliquin de la millor manera possible la relació entre presència de l'espècie i els factors ambientals d'aquests llocs i, finalment, construir mapes que indiquin en quins llocs es compleixen les condicions ambientals establertes.

A més, els models poden tenir en compte l'estocasticitat natural, o ser deterministes. Els models que tenen en compte l'estocasticitat preveuen no només un sol valor en funció de la variable independent, sinó un rang d'aquests. Per exemple, un model no estocàstic establiria que a una temperatura de 22°C, una mosca (*Drosophila melanogaster*) passa de larva a pupa en 12 dies. En canvi, un model estocàstic preveuria que a 22°C, la mosca passaria de larva a pupa en un temps de entre 10 i 14 dies. En un exemple adaptat al present estudi d'adequació de l'hàbitat, un model estocàstic preveuria diferents rangs d'adequació per cada valor de cada variable, i per tal de donar finalment un valor mig d'adequació final a cada punt en concret (tenint en compte totes les variables establertes al model), es farien diverses simulacions del mateix, on en cada una d'elles es determinaria un valor a l'atzar dins el rang establert per les funcions de cada variable.

Els sistemes d'informació geogràfica (SIG)

Un sistema d'informació geogràfica és un programa o programari dissenyat per capturar, emmagatzemar, manipular, analitzar i desplegar en totes les seves formes la informació geogràficament referida amb la finalitat de resoldre problemes complexos de gestió i planificació. Els SIGs refereixen la informació geogràfica a un sistema de coordenades terrestre, i permeten després analitzar-la i tractar-la fent servir eines. La informació s'analitza en capes, que es poden superposar, tractar o combinar de diferents maneres per generar mapes. Inicialment, els SIGs es feien servir per representar les bases de dades, però anaren guanyant complexitat i funcions, fins al punt que avui en dia són una eina cabdal no només en els estudis de geografia, sinó en moltes altres disciplines, com l'ecologia o la sociologia, i també per empreses i governs.

Avui en dia, hi ha diversos programes de SIG disponibles per realitzar els estudis. N'hi ha de gratuïts, o de pagament, i cada un ofereix unes prestacions o unes altres, i una compatibilitat major o menor amb altres programes semblants. Mitjançant SIGs, es poden calcular o estudiar fenòmens molt variats, com l'evolució de la tipologia del sòl al llarg del temps, l'hidrografia d'una zona concreta o el comportament d'una espècie respecte l'hàbitat que ocupa o ocuparà. Sempre es depèn, però, per realitzar aquests anàlisis, de les capes inicials, de les bases de dades. Aquestes capes mostren la informació de què es disposa en dos formats generals:

- Dades vectorials: Mostren les dades segons una representació conceptual dels elements geogràfics. Els representen mitjançant polígons, línies o punts, i cada un d'ells té informació relacionada amb les dades. Per exemple, un mapa d'hàbitats pot estar representat en una capa de polígons, en què la capa tindria dibuixats diferents polígons, que representarien els diferents hàbitats presents en aquell territori. A més, cada polígon pot representar diferent informació. Per exemple: la capa d'hàbitats anterior podria representar també, a més del tipus d'hàbitat, el tant per cent de cobertura que aquest representa dins el polígon, o també el nombre d'espècies vegetals trobades dins el polígon. L'avantatge de representar les dades en polígons, rectes o punts, és la facilitat per superposar diverses capes amb diferents tipus d'informació: per exemple, el mapa d'hàbitats (polígons) podria incloure també el mapa de carreteres (rectes), i les localitzacions dels pobles i ciutats (punts). A més, les capes elaborades vectorialment també són fàcils d'editar, afegint o modificant els elements que componen el mapa, i afegint-hi atributs nous segons convingui.

- Dades ràster: Són una representació contínua o discreta de l'espai geogràfic real, feta a partir d'unitats bàsiques anomenades cel·les o píxels. Cada cel·la pot tenir un valor, que representarà un atribut de la variable. El mapa d'hàbitats citat anteriorment, podria estar representat en una capa en format ràster, on veuríem un mapa amb moltes cel·les d'igual mida, i cada cel·la indicaria a quin tipus d'hàbitat pertany. L'avantatge del format ràster és la facilitat que dona per operar amb les dades, podent elaborar operacions matemàtiques complicades amb diferents ràsters alhora, operant entre els diferents valors dels píxels que cada un d'ells conté. Per exemple, a partir d'un model digital d'elevacions (una capa en format ràster que indica a quina altitud es troba cada píxel del mapa), i fent servir diferents eines del programari, es pot obtenir un mapa de pendents o un mapa d'orientacions, calculant-los a partir de la relació espacial entre els píxels de la capa.

Una capa en format vectorial es pot convertir a un mapa en format ràster, i viceversa, però cada vegada que es fa l'operació, es perd qualitat en les dades.



Marc ambiental socioeconòmic i cultural

Medi físic



Font: Atlas Vicenç Vives

Límits i relleu de Catalunya

Catalunya és un territori situat al Nord-Est de la península ibèrica. Limita al Nord amb els Pirineus, a l'Est amb el Mar Mediterrani, a l'Oest amb l'Aragó i al Sud amb el País Valencià. El seu territori comprèn 31.904 km², però malgrat això, presenta un relleu força accidentat. Hi podem distingir la gran serralada del Pirineu, al Nord (que se sol dividir entre Pre-pirineu, Pirineu i Pirineu Axial), i dues serralades més petites, la prelitoral i la litoral. Dins la serralada prelitoral, es distingeixen dos massissos diferenciats, el de Montserrat i el del Montseny, i entre les grans serralades, hi trobem les grans planes o depressions: La Depressió Central entre els Pirineus i la Serralada Prelitoral, la Depressió Prelitoral, entre la Serralada Prelitoral i la Litoral, i la Depressió Litoral, entre la Serralada Litoral i el Mar Mediterrani. El pic més alt de Catalunya és la Pica d'Estats, que arriba als 3.142 metres d'altitud, formant part del Pirineu Axial, que és juntament amb el Pirineu on trobem la resta de pics de 3.000 metres. L'altitud dels cims va disminuint a mesura que anem des del Pirineu cap al mar, sent el pic més alt

de la serralada prelitoral el Turó de l'Home, amb 1.712 metres, i el de la litoral el Montnegre, de 757 metres.

Hidrografia

Hi ha nombrosos rius a Catalunya, que agrupem en dos grans grups, l'Ebre i els seu afluent principal, el Segre, que tenen un caràcter cabalós i amb aigua abundant durant tot l'any (tot i que amb crescudes i davallades en el cabal), i els rius que desemboquen directament al Mediterrani (La Muga, el Fluvià, el Ter, la Tordera, el Llobregat, l'Anoia, el Gaià, el Francolí...), que si bé tenen aigua permanent, són menys cabalosos que els anteriors, i el seu cabal depèn molt de l'estació en que es troben.

Pluviometria

La pluviometria de Catalunya oscil·la molt entre unes zones i unes altres del territori. Podem trobar el màxim a determinades zones del Pirineu, amb 1200 litres/ m² ·any, i el mínim al sector occidental de la Depressió Central, amb 350-400 l/m²·anyl. Considerem normalment entre dos tipus diferents de règims, aquells per sobre dels 700 litres/ (m² ·any), i aquells per sota. Els que estan per sobre d'aquest règim, solen ser zones del Pirineu i Pre-pirineu, algunes comarques de Girona i les comarques del Nord de Barcelona i Lleida, així com els territoris aïllats de Prades i els Ports de Baseit, al Sud de Catalunya. En conjunt aquestes zones humides sumen un terç del total del territori Català. El règim pluviomètric estacional és també distint entre els diferents territoris. Gran part del Pirineu té el màxim pluviomètric durant l'estiu, amb la tardor i la primavera com a estacions intermèdies i l'hivern com a estació més seca. En canvi, a la resta del territori, els màxims es donen sempre durant la tardor o la primavera.

Clima

El clima de Catalunya s'explica per tres grans factors: La seva situació en el globus, la influència del Mar Mediterrani i la influència dels Pirineus. A més, les altres serralades presents creen climes més específics per cada zona, diferenciant així fins a cinc climes diferenciats:

Clima mediterrani de costa: El clima mediterrani costaner abasta tant la zona litoral com part de la prelitoral. La serralada prelitoral impedeix que el clima tingui una presència més àmplia en el territori català, malgrat que a la plana del Llobregat i la de l'Ebre aquest tipus de clima entra més cap a l'interior. El clima es caracteritza per l'alta infreqüència en les glaçades, que poden no produir-se durant anys; i per unes temperatures mitjanes a l'hivern força altes, de entre 9 i 12 °C. L'estiu és molt calorós,

sobretot per l'alta humitat, encara que la proximitat del mar fa que la temperatura mitjana durant aquests mesos no acostumi a pujar per sobre dels 30°C.

Clima mediterrani d'interior: Les planes interiors del territori català tenen aquest tipus de clima, com la plana de Lleida o la de Vic, però també zones com les Terres de l'Ebre que no toquin els Ports de Baseit. En aquestes zones, les variacions de temperatura al llarg de l'any són més grans que a la costa, amb un estiu més calorós, i un hivern més fred. A les zones de l'interior com el Segrià, hi plou menys que a la costa, però en canvi a la Plana de Vic, hi plou més.

Clima mediterrani de muntanya: Aquest és el clima predominant a la Serralada Prelitoral i Litoral, amb els massissos que hi ha entre aquestes quedant-hi inclosos. A mesura que es guanya altitud, les temperatures es refreden, i també les precipitacions hi són més abundants. Així i tot, és rar que nevi a les muntanyes litorals, i també que hi glaci.

Zona de transició entre clima mediterrani i clima atlàntic: És un territori de transició entre un tipus de clima (el mediterrani) i un altre (l'Atlàntic). Hi queden dins zones de l'Alta Ribagorça, el Pallars Sobirà, la Pobla de Segur i el Pallars Jussà. Hi plou més que a les zones litorals, encara que s'hi sofreixen períodes secs. Hi ha també una oscil·lació important de les temperatures durant l'any, podent resultar molt fredes.

Clima atlàntic de muntanya: Només es correspon a una petita porció del territori, situat a la vessant Nord dels Pirineus, i a algunes zones on els fronts atlàntics humits aconseguixen penetrar. És la zona de la Vall d'Aran, el Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, i la Vall Fosca. Les pluges hi són regulars durant tot l'any, i les temperatures arriben a ser molt fredes, fins i tot durant l'estiu, quan les mitjanes baixen dels 20°C.

Considerant els bioclims reconeguts internacionalment, dels 12 que es poden trobar al món, a Catalunya en podem descriure 3: Axèric fred (Sense cap mes de secada però havent-hi a l'hivern algun mes de temperatura glacial), axeromèric (no hi ha cap mes glacial ni tampoc mesos àrids però n'hi pot haver de semiàrids) i xerotèric (presència d'un període àrid estival que va des d'1 a 8 mesos).

Geologia

Malgrat l'abundància de tipus de sòls diferents, podem considerar que en general, el territori és de caràcter calcari, amb abundància de pissarres i també de gresos, amb zones on hi ha una gran predominança de terres argiloses.

Medi Biòtic

Vegetació

Dins el territori Català, hi ha tres dominis de vegetació que resumeixen les característiques de la vegetació a cada zona. A més, es diferencia i s'explica el bosc de ribera, per les característiques diferents que presenta enfront dels dominis de vegetació, si bé el mateix bosc de ribera presenta característiques diferents segons es trobi en un domini o un altre.

- Domini mediterrani: El domini mediterrani es troba a tota la franja litoral i a la depressió central, fins els 800 metres d'altitud. Degut a la seva localització, comprèn el conjunt de zones més afectades per les pertorbacions humanes i així, s'entén que àmplies zones del domini tinguin formacions vegetals secundàries o de degradació de la formació potencial. D'altres zones, presenten formacions amb característiques d'adaptació a la sequera i alta insolació, presentant simplement un estrat arbustiu o herbaci.

La formació vegetal més abundant del domini mediterrani és el bosc de pi blanc (*Pinus halepensis*). Aquest, pot trobar-se en un bosc mixt de pi blanc i alzina (*Quercus ilex*), i en certes regions, normalment zones amb poques pertorbacions, l'alzina constitueix boscos on té el paper predominant. A més, també trobem altres arbres amb preponderància desigual, com el Pi pinyer i el Pi marítim, propis de les terres baixes i l'alzina surera, abundant sobretot en terrenys silícics.

A més dels boscs, també podem trobar màquies, formacions vegetals de fins a 3 metres d'alçada amb una densitat vegetal molt elevada que les fan gairebé impenetrables. Les espècies característiques són l'arboç (*Arbutus unedo*), el marfull (*Viburnum tinus*) i el llentiscle (*Pistacea lentiscus*), amb algun arbre que no arriba a assolir una mida gran, com l'alzina (*Quercus ilex*) o el roure (*Quercus cerrioides*), l'auró negre (*Acer monspessulanum*) o l'ullastre (*Olea europea spp sylvestris*), amb lianes com l'heura o el lligabosc que s'enreden i entortolliguen entre tots ells. La màquia pot ser un estat de degradació del bosc mediterrani, o una etapa en la successió cap a aquest, i per això podem trobar-hi també arbres que acabaran formant els boscs citats anteriorment.

Finalment, l'altre formació vegetal important al mediterrani són les brolles. Aquestes sorgeixen en zones seques o en zones pertorbades, sent un estat més cap a la formació del bosc final. Són formacions eminentment arbustives i herbàcies, on dominen el bruc d'hivern (*Erica multiflora*), el romaní

(*Rosmarinus officinallis*), el bruc boal (*Erica arborea*), la farigola (*Thymus vulgaris*) i les estepes (*Cistus albidus* i *Cistus monspeliensis*), encara que moltes altres espècies poden tenir més o menys protagonisme segons les característiques de la zona en concret.

La majoria de les plantes del domini mediterrani presenten adaptacions a l'eixut estival i a la forta calor, que en alguns casos, sumats a les pertorbacions humanes i al sotabosc abundant en moltes zones, fan que sigui un territori amb un alt risc d'incendi.

- Domini eurosiberià: El trobem a Catalunya generalment entre els 800 i els 1600 metres d'altitud. Són boscs caducifolis, amb roures (*Quercus humilis*, *Quercus robur*, *Quercus faginea*, *Quercus petraea*, *Quercus Pyrenaica*), faigs (*Fagus sylvatica*), castanyers (*Castanea sativa*), avellaners (*Corylus avellana*), bedolls (*Betula pendula*) o aurons (*Acer negundo*, *platanoides* o *monspessulanum*), així com pins roigs (*Pinus sylvestris*), que marquen la transició en molts punts cap al domini alpí. Aquests boscs són formats per arbres alts, de troncs rectilinis, que tapen en bona part la radiació solar, no deixant doncs que es formi el sotabosc que si que es formarà en el domini mediterrani i sent així boscs més nets, amb un risc d'incendi més baix.
- Domini alpí: És format en realitat per tres estatges: subalpí per sobre dels 1.200 metres, alpí per damunt dels 2.400, i nival per damunt dels 3.000. Hi trobem més vegetació a l'estatge subalpí, on predominaran boscs de coníferes com el pi negre (*Pinus mugo* subsp *uncinata*) o l'avet (*Picea abies*), on hi haurà un sotabosc poc important. A l'estatge alpí hi trobarem bàsicament pastures de muntanya amb festuca, i algun pi negre o avet que creixeran de forma aïllada; i a l'estatge nival, que només trobarem als punts més alts del Pirineu, hi haurà una vegetació rupícola molt escassa.
- Vegetació de ribera: Aquest tipus de vegetació apareix als marges dels cossos d'aigua amb aigua permanent, com rius i llacs. Malgrat no constituir un domini, el considerem apart per les condicions i tipus de vegetació diferents que presenta, tot i que de fet, el mateix bosc de ribera és diferent segons en quin domini es trobi. Els boscs de ribera són molt productius, ja que no sofreixen el principal factor limitant a l'ambient mediterrani: l'estrès hídric. Encara que la vegetació de ribera canvia a mesura que el riu baixa d'altitud, hi trobem generalment les espècies següents: Àlber (*Populus alba*), Freixes (*Fraxinus excelsior* i *Fraxinus angustifolia*), Gatell (*Salix cinerea*), Om (*Ulmus minor*),

Pollancre (*Populus nigra*) i els seus híbrids, Salze blanc (*Salix alba*), Sarga (*Salix eleagnos*), Tamarius (*Tamarix* sp.) i el Vern (*Alnus glutinosa*).

(O. Bolòs Et. al, 1990)

Unes 1.961.000 hectàrees de Catalunya són terreny amb superfície forestal arbrada, el que representa un 50,81% de tot el territori (Font: *Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, III Inventario Forestal Nacional*, 2001). Gràcies a aquest alt percentatge de superfície amb vegetació i als tres bioclims que hi podem trobar, a Catalunya hi ha 100 de les 140 espècies arbòries que podem trobar a tot Europa (M. Boada, 2011). El territori català compta amb uns 3.600 tàxons de plantes autòctones, de les quals 273 són endemismes del Nord-est de la península ibèrica, i estrictament 69 només de Catalunya. Tot i no tenir els altíssims índexs de biodiversitat d'una regió tropical, Catalunya representa una de les àrees d'Europa amb més nombre d'espècies per hectàrea (L. Sáez, et al. 2011). Dels 3.600 tàxons analitzats, 384 es considera que tenen algun problema de conservació. Entre aquests, 185 es troben sota un risc no evident, 93 en la categoria de vulnerables, 49 en perill, 40 en perill crític i 17 es consideren extints a Catalunya.

Fauna

La Fauna que habita Catalunya es troba íntimament relacionada amb el territori, adaptada a les condicions que hi ha en aquest. Hi trobem un alt nombre d'espècies que podem trobar també fora de Catalunya, així com unes poques espècies endèmiques del territori català. L'activitat humana ha anat canviant paulatinament la disponibilitat d'un hàbitat adequat per a moltes espècies, sobretot en les de mamífers; fent que algunes de les espècies s'acabessin extingint al territori català (com és el cas del llop, *Canis lupus*). Realitzar una llista amb totes les espècies del territori català sobrepassa els objectius d'aquest anàlisi, però a mode de mostra, aquestes són algunes de les espècies que s'hi poden trobar:

- Mamífers: l'almesquera (*Galemys pyrenaicus*), el conill de bosc (*Oryctolagus cuniculus*), l'esquirol (*Sciurus vulgaris*), la fagina (*Martes foina*), el gat salvatge (*Felis silvestris*), la geneta (*Genetta genetta*), la guineu (*Vulpes vulpes*), l'Isard (*Rupicapra rupicapra*), la llebre comuna (*Lepus europaeus*), la llúdria (*Lutra lutra*), la marta (*Martes martes*), el senglar (*Sus scrofa*), o el teixó (*Meles meles*).
- Aus: l'àguila daurada (*Aquila chrysaetos*), el duc (*Bubo bubo*), el gall salvatge (*Tetrao urogallus*), la perdiu blanca (*Lagopus muta*), la perdiu roja

(*Alectoris rufa*), la perdiu xerra (*Perdix perdix*), el picot negre (*Dryocopus martius*), el trençalòs (*Gypaetus barbatus*) o el voltor (*Gyps fulvus*).

- Rèptils i amfibis: el vidriol (*Anguis fragilis*), el lludrió (*Chalcides striatus*), el dragó comú (*Tarentula mauritanica*), la sargantana cua-roja (*Acanthodactylus erythrurus*), l'escurçó ibèric (*Vipera latastei*), la serp blanca (*Elaphe scalaris*), la tortuga de rierol (*Mauremys leprosa*), la gandària (*Pleurodeles waltl*), la salamandra comuna (*Salamandra salamandra*), el gripau d'esperons (*Pelobates cultripes*), la reineta meridional (*Reineta meridionalis*) o la granoteta de punts (*Pelodytes punctatus*).

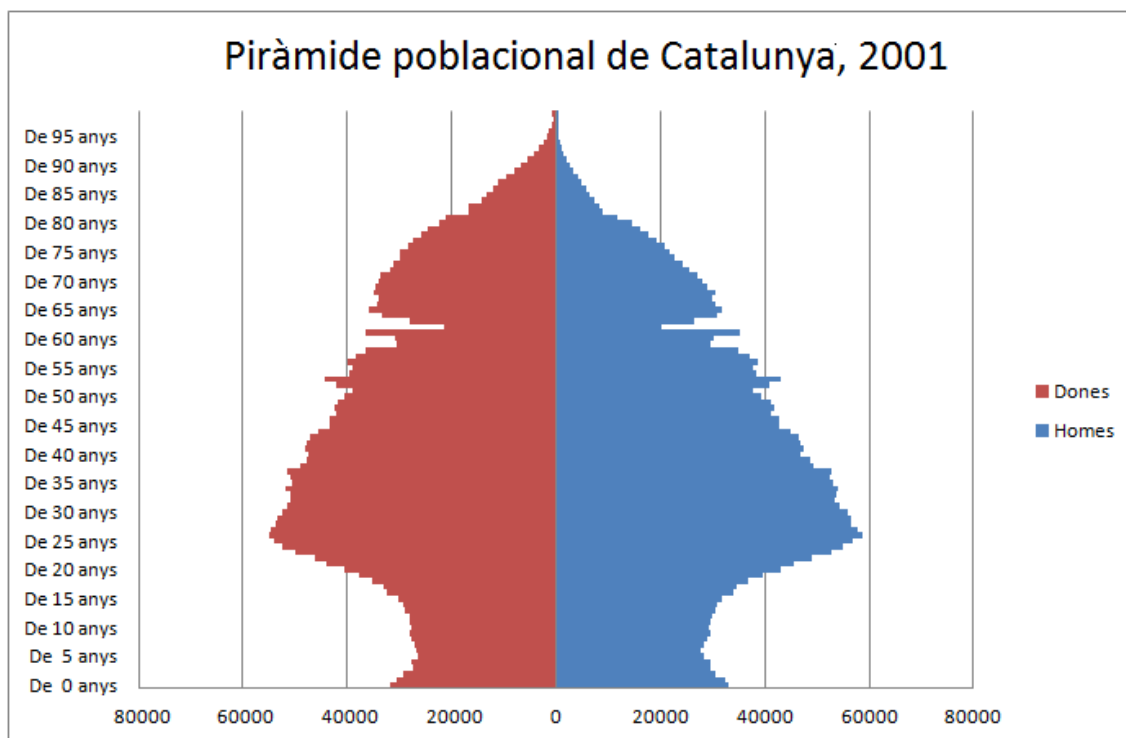
Medi social

Organització política

Catalunya és una Comunitat Autònoma de l'Estat Espanyol, anomenat regne d'Espanya. L'organització en comunitats Autònomes de l'estat fa que l'organització política sigui força complexa, establint les competències de l'estat i les diferents comunitats en la constitució espanyola del 1978, i en els diferents estatuts d'autonomia per cada Comunitat Autònoma. Catalunya aprovà el seu primer Estatut d'Autonomia el 1979, que després fou renovat per l'Estatut del 2006, aprovat també en referèndum pel poble català i després modificat, el 2010, pel tribunal constitucional. Aquest estatut, conjuntament amb la constitució espanyola del 1979, són la base organitzativa de Catalunya.

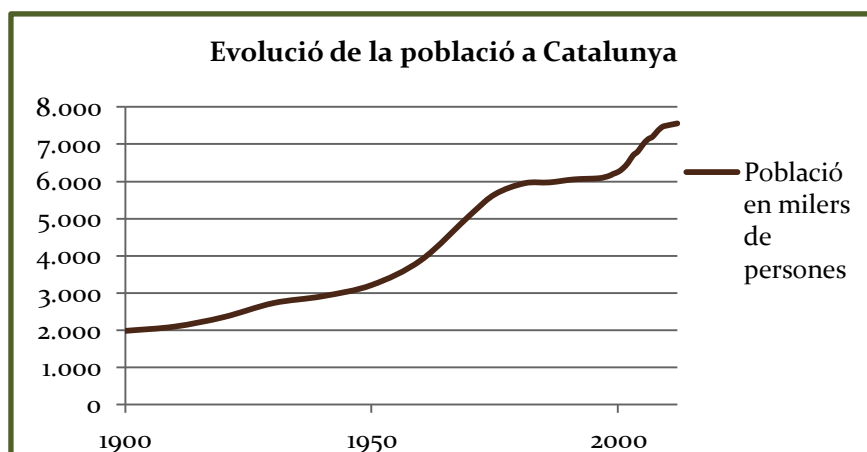
A Catalunya regeixen cinc administracions polítiques diferents: L'administració general de l'Estat, la Generalitat, les Diputacions Provincials, les comarques i els diferents Ajuntaments. Amb el desplegament del nou estatut, està previst que les províncies i les comarques siguin substituïts per les vegueries, encara que de moment el pla està encara en procés d'elaboració.

Població



Font: IDESCAT

La població de Catalunya a 1 de Gener del 2012 és de set milions i mig de persones. Un percentatge elevat d'elles es troben a la ciutat de Barcelona, on hi habiten unes 1.615.400 persones, més de dos milions si es considera tot l'àmbit metropolità. Les altres capitals de província de Catalunya són Tarragona, amb 134.000 persones, Lleida amb 138.000 i Girona amb 96.000. La població és concentra en gran mesura a la costa i a les ciutats, abandonant progressivament l'ambient rural, fet que ha motivat un creixement dels boscos en abandonar la població els camps de conreu. La taxa de natalitat és de 11,3 nadons nascuts per cada 1000 habitants, compensant la baixa natalitat amb una alta taxa d'emigrants que arriben a Catalunya. Els últims anys, el fre d'aquest moviment migratori sembla ser la causa de que la població no continuï creixent com fins ara, i hagi entrat en una aparent fase d'estancament.

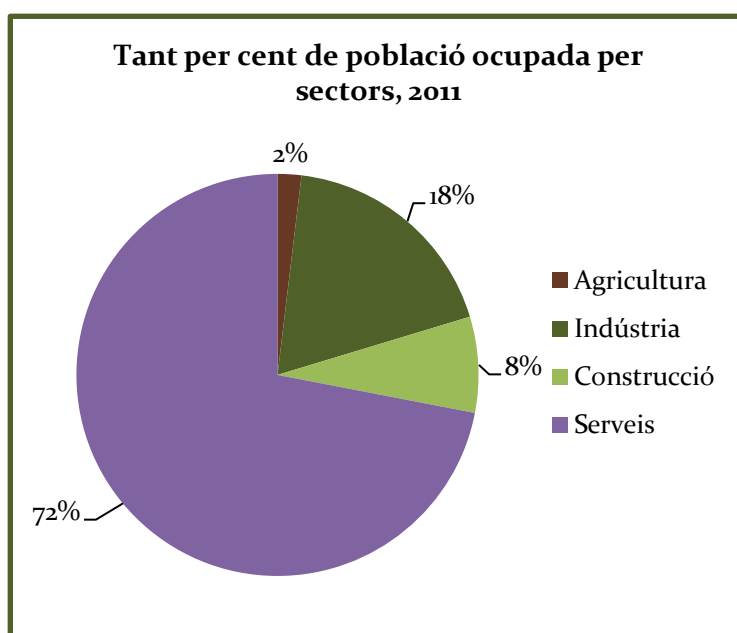


Font: IDESCAT

Economia

L'economia catalana es basa àmpliament en el sector serveis, amb un 72% de la població activa en aquesta branca de l'economia. Això és així degut que dins aquest sector s'hi inclou el turisme, activitat amb una gran implantació dins de Catalunya, que representa la comunitat amb més turistes de tot l'estat Espanyol al llarg de l'any.

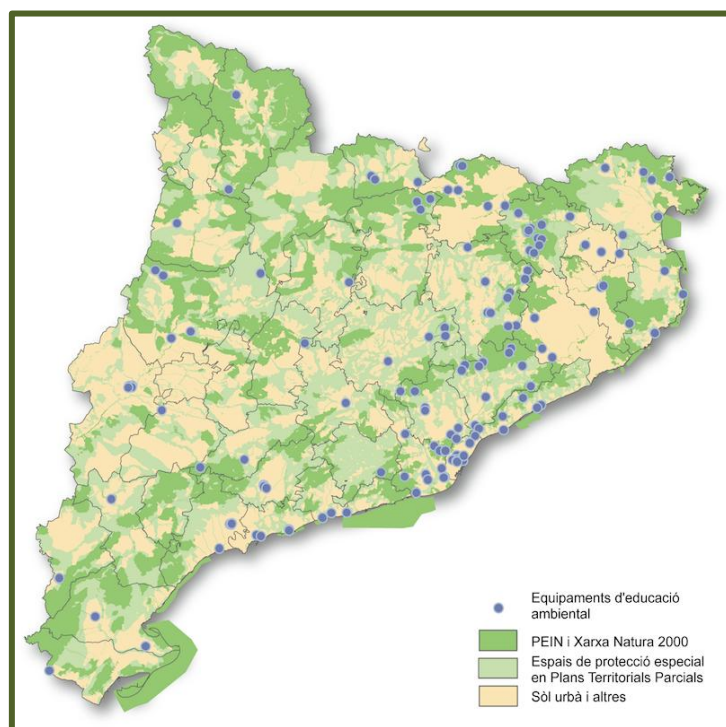
Així i tot, és una de les regions de l'estat amb més població activa en el sector de la indústria, malgrat que això només representi un 18% de la població activa total. Tradicionalment, ha estat una de les comunitats més dinàmiques de l'estat, amb un PIB per càpita de 29.000 Euros.



Font: IDESCAT

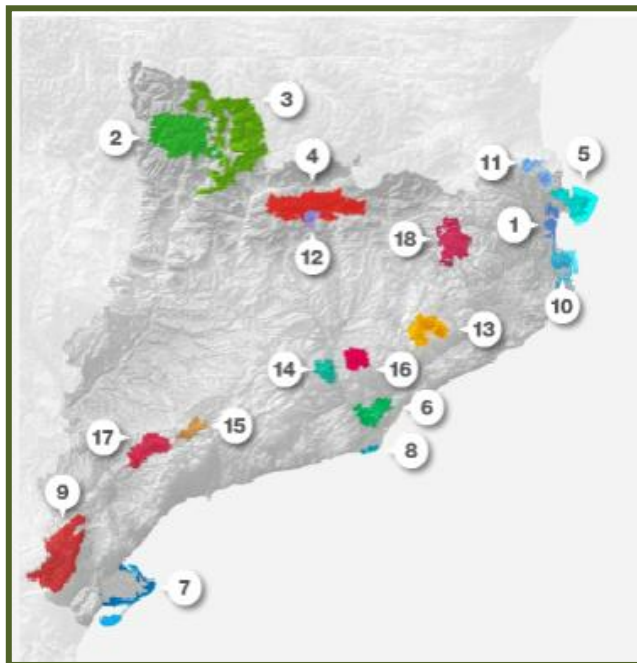
Figures de protecció del medi natural

Aproximadament un 30% del territori Català es troba sota algun tipus de figura de protecció. En conjunt, aquests territoris s'anomenen xarxa d'espais naturals protegits, i queden inclosos dins el Pla d'espais d'interès natural (PEIN), donant-los un règim de protecció comú. A més, varis d'ells tenen també altres figures de protecció, anomenant-se llavors parcs nacionals, paratges naturals



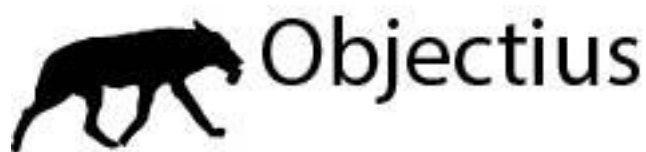
Mapa de les xarxes PEIN i Natura 2000. Font: Atles de la nova ruralitat

d'interès nacional, reserves naturals o parcs naturals, quedant tots ells inclosos dins els Espais Naturals de Protecció Especial. D'aquests, l'única figura que exclou l'aprofitament humà del territori protegit és la figura de Parc nacional. Des de la Unió Europea, es va promoure també la creació de la Xarxa Natura 2000, un conjunt d'espais naturals designats en cadascun dels estats membre de la Unió Europea sota les directives Hàbitats i Aus, amb l'objectiu d'aconseguir la protecció d'una ampla selecció d'hàbitats i espècies. Els principals espais naturals protegits de Catalunya són:



- 1- Aiguamolls de l'Empordà → Parc Natural
- 2- Aigüestortes i Estany de Sant Maurici → Parc Nacional
- 3- Alt Pirineu → Parc Natural
- 4- Cadí-Moixeró → Parc Natural
- 5- Cap de Creus → Parc Natural
- 6- Collserola
- 7- Delta de l'Ebre → Parc Natural
- 8- Delta de Llobregat → Espai Natural
- 9- Els Ports → Parc Natural
- 10- El Montgrí, Illes Medes i Baix Ter → Parc Natural
- 11- L'Albera → Paratge Natural d'Interès Nacional
- 12- Massís del Pedraforca → Paratge Natural d'Interès Nacional
- 13- Montseny → Parc Natural
- 14- Montserrat → Parc Natural
- 15- Poblet → Paratge Natural d'Interès Nacional
- 16- Sant Llorenç del Munt i l'Obac → Parc Natural
- 17- Serra de Montsant → Parc Natural
- 18- Zona volcànica de la Garrotxa → Parc Natural

Mapa dels espais naturals amb protecció addicional de Catalunya. Font: Generalitat de Catalunya.



L'objectiu del treball és definir en quines zones del territori català és més probable que el llop criï, per així ajudar en la futura gestió del cànid. D'aquesta manera, els objectius principals i secundaris, detallats a continuació, se centren en l'elaboració d'un model d'adequació de l'hàbitat del llop en territori català i la seva aplicació en aquest. Els objectius són doncs:

- ❖ Seleccionar quines variables són importants en la configuració de l'hàbitat del llop
 - Trobar zones amb hàbitat similar al català on habitin llops a l'actualitat
 - Fer un estudi sobre els articles publicats referents a l'adequació de l'hàbitat al llop en aquestes zones.
 - Consultar experts sobre el llop i alhora coneixedors de l'àmbit català sobre les variables a considerar
- ❖ Determinar quines zones del territori català reuneixen unes condicions més favorables perquè el llop hi criï.
 - Cercar les bases de dades que es corresponguin amb les variables determinades anteriorment
 - Establir com cada variable influeix en l'assentament del llop en una zona concreta
 - Establir la importància de cada variable dins el model general
 - Generar un mapa on es visualitzin les zones amb un hàbitat més adequat per tal que el llop s'hi reproduïxi.
- ❖ Trobar les zones d'especial susceptibilitat de generar conflictes en les relacions llop-home.
 - Obtenir el mapa de densitats de població humana del territori català
 - Detectar els punts conflictius de màxima probabilitat d'assentament de llops i alta influència antròpica.
- ❖ Millorar la gestió de la progressiva implantació del llop al territori català
 - Fer propostes de millora del seguiment de la implantació del llop al territori
 - Fer propostes de millora de l'educació ambiental que es realitza entorn del llop



Hipòtesi

La hipòtesi central del projecte és que el territori català compta amb unes condicions adequades per a l'establiment del llop. A partir d'aquesta, s'estableixen altres hipòtesis complementaries:

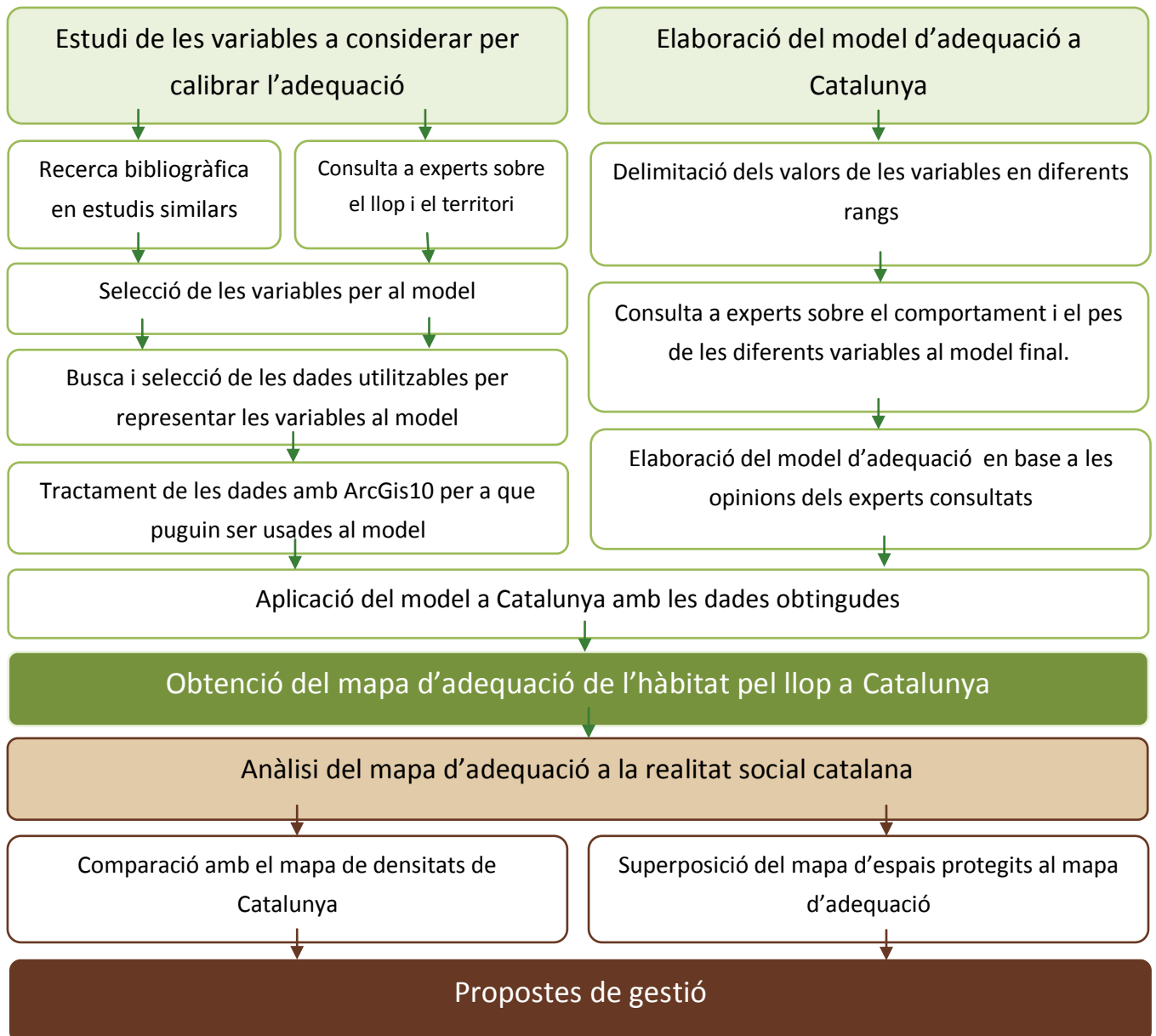
- El territori català té ambients prou tranquils com perquè el llop s'hi reproduïxi
- El territori català compta amb prou biomassa disponible perquè una parella reproductora aconseguixi tirar endavant una llopada
- El territori català té superfícies del tipus de recobriment adequat (boscs i, en menor grau, matollars) prou grans com perquè el llop s'hi pugui reproduir
- Les zones on és més probable que els llops s'estableixin, són zones on poden produir-se conflictes amb els humans
- Hi ha una superfície protegida al territori català prou extensa com perquè, en cas que es produeixi l'establiment, puguem assegurar el manteniment de les condicions que l'han produït



Metodologia

Disseny de l'estudi

L'estudi està estructurat en dues parts fonamentals: El procés que condueix a l'elaboració d'un model d'adequació de l'hàbitat del llop a Catalunya, basat tant en una enquesta a experts com en una revisió bibliogràfica per seleccionar les variables a tenir en compte en el model; i un posterior anàlisi del mapa de Catalunya generat segons aquest model, tenint en compte les variables considerades i les seves variacions dins el territori català. Finalment, realitzat l'anàlisi, s'extreuen conclusions del mateix i es fan un seguit de propostes de gestió i també propostes de futur per seguir amb l'anàlisi de la recolonització del llop.



El Model

A l'hora d'escollir quin tipus de model desenvolupar per realitzar el model d'adequació de l'hàbitat del llop, es consideraren les diferents opcions possibles: S'eliminà l'opció de desenvolupar un model correlatiu per dues causes bàsiques:

- De moment, les dades de presència de llop només indiquen els llocs per on aquest ha passat, no on s'ha establert, i per tant, no són útils per determinar en quin lloc és més probable que es reproduïxin.

- Les dades de presència del cànid, no s'han obtingut del mostreig d'una zona determinada, sinó que s'han buscat activament rastres als llocs on hi ha hagut indicis de llop. Això fa que hi hagin més dades de presència de llop en llocs on hi ha més probabilitats de que els habitants de la zona en notin la presència.

Es decidí doncs desenvolupar un model mecanístic, que considerés com la variació de cada variable afectaria a l'adequació d'una zona per a l'establiment del llop. Es considerà també les opcions que hi havia de desenvolupar un model estocàstic, que contemplés cert grau d'aleatorietat, però es descartà l'opció tant per simplificar les respostes de l'enquesta per part dels experts com simplificar el procés de tractar les dades amb el programari ArcGis10.

Àrea d'estudi

L'Àrea d'estudi són els 31.904km² que formen el territori Català.

Variables dependents i independents

Variable dependent:

Adequació de l'hàbitat per a l'establiment del llop.

Variables independents:

La tria de les variables independents que es tindrien en compte a l'estudi es realitzà primer per recerca bibliogràfica. Es realitzà una cerca del major nombre d'articles possibles centrats en els estudis d'adequació de l'hàbitat del llop a Europa, intentant posar èmfasi en la cerca de territoris que fossin el més similars possibles al territori català. Es va considerar que les zones amb un hàbitat més similar al Català eren la península ibèrica, la zona dels Alps i els Apenins Italians. Cal considerar a més, que els llops que avui en dia arriben a Catalunya ho fan des d'aquests dos últims territoris, i per tant la importància d'aquests dos és encara més important. No obstant, no es deixaren de tenir en compte els treballs sobre l'adequació de l'hàbitat realitzats en

altres territoris, com Bialowieza, els Càrpats o Finlàndia. La recerca bibliogràfica donà els resultats següents:

Estudi	Variables que considera significatives
Factors affecting habitat occupancy by wolves in northern Apennines (northern Italy). A model of habitat suitability (Massolo i Meriggi, 1998).	Clima i altitud / abundància de preses / variables antròpiques de pertorbació / longitud de les carreteres / disposició Nord-Oest
Habitat evaluation for the Iberian wolf <i>Canis lupus</i> in "Picos de Europa" National Park, Spain. (Cayuela, 2004).	Pertorbacions humanes / densitat de preses / distància a la carretera més propera / tipus de vegetació a la zona
Presence of Iberian wolf in relation to land cover, livestock and human influence in Portugal. (Eggerman et. al, 2011).	Disponibilitat de preses / pertorbacions humanes / tipus de vegetació (el classifica com a poc important)
Habitat suitability model for Polish wolves based on long term national census. (Jedrzejewski et. al, 2008).	Tipus de cobertura vegetal / biomassa disponible / % de cobertura vegetal / densitat de carreteres
Spatial population dynamics of wolves in the Western Alps. (Marucco, 2009)	Pertorbacions humanes / àrea coberta de roca / presència de cérvols / % d'àrea coberta de bosc
A wolf habitat suitability prediction study in Valais (switzerland). (Glenz, et. al, 2001).	Densitat de població (humana) / presència de terres de llaurada / diversitat de preses
A large-scale model of wolf distribution in Italy for conservation planning (Corsi, 1999).	Tipus de ús del sòl / Altitud / densitat de població (humana) / densitat d'ovelles / diversitat d'ungulats

Seguidament es procedí a la consulta a experts. Concretament, es parlà amb tècnics del Servei de Biodiversitat i Protecció dels Animals¹. Aquests comentaren que a part de tenir en compte les variables indicades pels diferents articles, fora adequat també considerar la disponibilitat d'aigua, sobretot durant els mesos d'estiu.

Amb aquesta informació es decidí que les variables a tenir en compte serien:

Disponibilitat de preses: Els treballs analitzats consideren la disponibilitat en relació a les dades de densitat de preses salvatges i densitat de preses domèstiques, tenint en compte o bé cada espècie per separat o bé agregant les dades tant de preses salvatges com domèstiques, i indicant la biomassa per km².

¹ La identitat dels tècnics no es desvela ja que ells mateixos prefereixen que no es faci pública.

Tranquil·litat: Els estudis consultats estimen la tranquil·litat en funció de la distància a la carretera més propera, de la distància al poble o ciutat més proper, segons la densitat de carreteres per km², o de la densitat de població.

Altitud: L'altitud té una significació important en diversos estudis consultats.

Proximitat d'aigua a la zona: Els llops, sobretot durant l'època en que crien els llobatons, necessiten estar a prop d'un punt amb aigua permanent, ja que sobretot la lloba ha de poder anar-hi de manera freqüent sense haver d'abandonar durant gaire estona els llobatons. Per això molts caus es troben a prop d'un riu o llac.

Hàbitat: Normalment valorat segons la classificació CORINE. També hi ha estudis que utilitzen com a variables el percentatge de cobertura forestal o l'índex de diversitat forestal a la zona.

Cerca de bases de dades referents a les variables escollides

Tranquil·litat: Es decidí que per tenir en compte aquesta variable, es consideraria com a indicador la distància a la carretera més propera. S'obtingué del centre de recerca en ecologia i aplicacions forestals (CREAF) de La Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), el mapa de carreteres de Catalunya. Del mapa, se'n crearen dos de diferents:

- *Mapa de carreteres d'alta capacitat:* S'hi inclogueren les autopistes i autovies, així com les carreteres i trams d'aquestes que estiguessin desdoblats.
- *Mapa de carreteres:* S'hi inclogueren totes les carreteres de Catalunya.

Disponibilitat de preses: Per representar al model la disponibilitat de preses per al llop es decidí obtenir la biomassa disponible per kilòmetre quadrat per a aquest. Les dades de presència de preses del llop s'han de considerar en dues parts:

- *Les preses salvatges:* S'estimaren les dades de preses salvatges de la "Proposta de Pla d'Ordenació Cinegètica de Catalunya Mitjançant Comarques Cinegètiques". En aquest pla hi ha una estimació dels rendiments cinegètics esperats per a cada municipi per cada espècie cinegètica de Catalunya. Es tingueren en compte les dades de porc senglar (*Sus scrofa*), cabirol (*Capreolus capreolus*), cérvol (*Cervus elaphus*), daina (*Dama dama*), llebre (*Lepus capense*), isard (*Rupicapra rupicapra*) i de cabra salvatge (*Capra pyrenaica*). Els mapes de cada espècie es trobaven en format ràster, amb píxels de 1 km², i les dades per elaborar-los s'obtingueren des del 2004 fins al 2008.
- *Les preses domèstiques:* S'obtingueren les dades de preses domèstiques potencials del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya. Les dades són referents a quants caps de bestiar hi ha en règim de ramaderia extensiva a Catalunya per comarca.

Hàbitat: Es decidí utilitzar la catalogació CORINE usant els mapes realitzats pel Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació – Centre de Biodiversitat Vegetal (CERBIV) de la Universitat de Barcelona, el 2005. Els 78 mapes disponibles a la seva web en format de polígons, inclouen massa tipus diferents d'hàbitats, sent massa precisos com per a realitzar l'anàlisi sobre l'hàbitat del llop d'una manera adequada. Per aquesta raó, es va decidir simplificar-ne la catalogació, agrupant els hàbitats en cinc grans grups, que incloïen cada un els hàbitats de la classificació CORINE següents:

- *Hàbitats amb poca o nul·la capacitat per esdevenir hàbitats on el llop pugui establir-se:* Medi marí; rius de marea; estuaris i embocadures deltaïques; illots i faraons; aigües dolces estagnants; aigües salobreses o salines, estagnants; aigües corrents; vores d'aigua i altres hàbitats inundats; molleres; congestes permanents i glaceres; parcs urbans i jardins; ciutats, pobles i àrees industrials i basses i canals artificials; plans costaners arenosos o llimosos; tarteres; roques no litorals i congestes permanents i glaceres, Platges arenoses i dunes; Platges de còdols; Penya-segats i costes rocoses i llacunes litorals.
- *Bosc:* Bosc caducifolis, planifolis; bosc aciculifolis; bosc mixts de caducifolis i coníferes; bosc i bosquines de ribera o de llocs molt humits; bosc esclerofil·les i laurifolis.
- *Matollars:* Matollars i formacions herbàcies de sòls salins i guixencs; bosquines i matollars de muntanya i d'ambients frescals de terra baixa; bosquines i matollars mediterranis i submediterranis; matollars xeroacàntics de les terres mediterrànies càlides.
- *Prats:* Prats i altres formacions herbàcies generalment basòfils, secs, de terra baixa i de la muntanya mitjana; prats acidòfils secs; prats i comunitats afins d'alta muntanya; prats de dall i pastures grasses; pastures intensives; camps abandonats, ermots i àrees ruderals; àrees cremades o talades, herbassars, jonqueres i prats humits.
- *Conreus:* Conreus herbacis o llenyosos.

Altitud: L'altitud es representà mitjançant un model digital d'elevacions (MDE), que s'obtingué del CREA. Concretament, el MDE obtingut té una resolució horitzontal de 100 metres, i es realitzà el 1993.

Proximitat d'aigua a la zona: Els mapes disponibles d'usos del sòl, de tipus de vegetació, de hàbitats, o similars, no tenen una resolució suficient com per a representar de manera prou fiable els cursos d'aigua permanents, ja que si bé sí que hi apareixen els rius, els torrents permanents no hi són representats. Davant l'impossibilitat de representar la variable "aigua disponible", es considerà que la presència de preses podia ser un indicador de la presència d'aigua a la zona, ja que si aquestes troben aigua al territori on habiten, el llop és probable que també ho faci.

Consulta a experts

La concreció del model necessitava encara solucionar dos aspectes clau de cada una de les variables:

- **Pesos:** Cada variable té una influència diferent dins el model final, que anomenem pes. Per exemple, pot ser que es cregui que el més important per la presència del llop a Catalunya sigui la variable "biomassa disponible", i que el "tipus d'hàbitat" i la "distància a la carretera més propera" siguin menys importants; o en canvi creure que és la variable "proximitat a la carretera més propera" la variable més important en la definició d'un entorn com a apte per a que el llop s'hi reproduïxi, sent la "biomassa disponible" i el "tipus d'hàbitat" menys importants.
- **Valors:** De quina manera l'adequació de cada territori al fet que el llop decideixi reproduir-se allí es veu influït per cada variable, considerant de manera independent cada variable. Per exemple, la variable "Altitud", pot condicionar en gran mesura la presència del llop fins els 500 metres, després d'aquesta altitud, donar els valors màxims d'adequació, fins arribar als 2000 metres, on tornaria a condicionar la presència del llop, arribant als 3000 metres als seus valors més baixos d'adequació.

Per incorporar aquests aspectes al model, es realitzà una consulta a experts sobre el llop que alhora coneguessin l'àmbit català. A cada expert se li envià el document present a l'Annex 1. *“Qüestionari pels experts”*. En aquest es detalla l'estudi, s'explica el procediment i es demana la seva participació, així com que responguin la taula que requereix la seva opinió sobre els dos aspectes clau en la definició del model explicats anteriorment.

Es sol·licità l'opinió a 10 experts a començaments del mes de Juliol, enviant-los un correu electrònic a la seva adreça de correu electrònic per requerir-los la resposta abans de finalitzar el mes d'agost, així com repetint l'enviament 10 dies després d'haver-ho fet per primera vegada, insistint en la seva participació. Tres experts contestaren la taula, i afegiren comentaris al final. Quatre contestaren el mail enviat confirmant el seu interès en l'estudi, realitzant comentaris sobre el model i precisions que consideraven importants, però no emplenaren la taula, i deixaren la seva opinió, doncs, fora del model en si, encara que aquestes precisions s'incorporaran a la discussió final.

Les taules amb les respostes dels tres experts que contestaren es troben a l'Annex 2. *“Taules dels experts respostes”*.

Els experts que participaren en l'estudi són treballadors del Servei de Biodiversitat i Protecció dels Animals, formen part del Servei d'Ecopatologia de Fauna Salvatge, són doctorats en biologia o veterinària, són gestors dels Parcs Naturals de Catalunya, o són naturalistes versats en l'àmbit del llop. Tots han donat la seva opinió des d'un punt de vista estrictament personal, i se'ls ha demanat de participar en l'estudi pel coneixement acumulat que tenen d'aquest mamífer. Degut que algun d'ells ha preferit mantenir-se en l'anonimat, preferim no revelar la identitat de cap d'ells.

Delimitació dels rangs de les variables i els valors

Per tal de facilitar l'expressió de l'opinió dels experts, així com per estandarditzar totes aquestes opinions per poder tenir-les en compte de la mateixa manera totes elles, es decidí delimitar cada variable en uns certs rangs, que inclourien tots els valors que aquella variable en concret adoptaria en el territori català. D'aquesta manera, es crearen els rangs següents per cada variable:

Tranquil·litat → Mapes de distància a la carretera més propera:

- Menys de 1 km
- Entre 1 i 5 km de distància
- Entre 5 i 10 km de distància
- Més de 10 km de distància

Disponibilitat de preses → Mapa de biomassa

- 0 a 30 kg/km²
- De 30 a 60 kg/km²
- De 60 a 90 kg/km²
- De 90 a 120 kg/km²

Hàbitat → Mapa d'hàbitats de Catalunya

Aquest mapa representarà una variable que es troba dividida en diverses subvariables. Per una banda, es defineix per cada àrea un tipus de recobriment predominant seguint la simplificació explicada anteriorment, que pot resultar en 5 tipus diferents d'hàbitats: Bosc, Matollar, Conreu, Prat o Terreny poc adequat per a l'establiment. El mapa dona també quin tant per cent de l'àrea delimitada amb aquell tipus de recobriment predominant és realment ocupada per el mateix. Així, dues àrees poden ser catalogades com a "àrees amb tipus de recobriment predominant de bosc", però diferir en el tant per cent que aquest representa dins el polígon, anant des d'un 40% de recobriment boscós fins a un 100% de recobriment boscós. Per tenir en compte aquestes característiques dins la variable hàbitats, tant en el tipus de recobriment predominant com el tant per cent del mateix, s'han definit rangs de tant per cent de recobriment per a cada tipus d'hàbitat, que finalment seran els rangs que cada expert considerarà per donar-los-hi un cert valor:

- < 40% de recobriment
- Entre el 40 i 60% de recobriment
- Entre el 60 i el 80% de recobriment
- >80% de recobriment

Altitud → Mapa d'altituds

- < 500 metres d'altitud
- Entre 500 i 1000 metres d'altitud
- Entre 1000 i 2000 metres d'altitud
- Entre 2000 i 3000 metres d'altitud
- > de 3000 metres d'altitud

Un cop definits els rangs de cada variable, es demana a cada expert que esculli per cada rang de cada variable, un valor entre 0 i 100, representant el 0 que en aquell rang la variable no afavoreix gens l'establiment del llop a la zona, i el 100 que l'afavoreix molt. D'aquesta manera, es representa al model com cada variable influeix en la adequació de l'hàbitat pel llop. Un exemple seria:

Variable	Rang	Valor
Distància a una carretera d'alta intensitat	< 1 km	10
	de 1 a 5 km	60
	de 5 a 10 km	80
	> 10 km	90

D'aquesta manera estem indicant que a partir d'un kilòmetre, aquesta variable augmenta molt el seu valor, però a partir dels cinc kilòmetres, el manté gairebé igual. Això vol dir que el llop tindria molt en compte estar més lluny d'un kilòmetre de distància de la carretera d'alta intensitat més propera, però a partir de llavors, s'establiria en un indret o altre gairebé sense tenir en compte aquesta variable.

Delimitació dels pesos de les variables

Com ja s'ha indicat, cada variable pot influir en major o menor mesura en l'adequació d'una zona com a apropiada perquè el llop s'hi reproduïxi. Així, a cada variable cal atorgar-li un pes diferent, per representar la importància que té dins el model. Els pesos s'han demanat als experts seguint una classificació consistent en una escala de l'1 al 4, representant:

- 1. Variable poc important.
- 2. Variable important.
- 3. Variable molt important.
- 4. Variable extremadament important.

Processament de les dades amb ArcGis10

Cada una de les bases de dades de cada variable necessita d'un processament amb el programa ArcGis10, descrit anteriorment. En alguns dels casos, també s'ha usat el programa MiraMon, per convertir certes bases de dades de format. Tots els mapes s'han realitzat utilitzant la projecció WGS_1984_UTM_Zone_31N, i el procediment generalment consisteix en una primera etapa d'adaptació de les dades al model, per adaptar-les a les variables que s'hi tenen en compte; una segona etapa en què les

dades es converteixen en format ràster i es converteixen en valors segons l'opinió dels experts i una etapa final on tots els mapes en format ràster es sumen aplicant els pesos que també els experts han indicat amb les seves opinions.

Seguidament s'explica el procediment que s'ha fet servir en concret per cada variable:

Tranquil·litat → Mapes de distància a la carretera més propera.

Dades inicials

- Mapa de carreteres proporcionat pel CREAF.

Des del mapa de carreteres, aquest s'ha associat a una taula proporcionada pel CREAF on es divideixen les carreteres en carreteres d'alta, mitjana i baixa capacitat. A més, s'ha actualitzat i revisat el mapa per incloure-hi les carreteres que, per la data en què es va fer el mapa, encara no s'havien incorporat a la xarxa viària o havia de canviar-se la tipologia de les mateixes, ja que en alguns trams s'havien desdoblats.

Seguidament, s'han elaborat dos mapes diferents, un que contemplava totes les carreteres a Catalunya, i un altre on només s'han introduït les carreteres d'alta capacitat. Per elaborar el mapa de carreteres d'alta capacitat, s'havia de separar aquestes de la resta. Primer es va utilitzar l'eina "Dissolve", i seguidament l'eina "Extract", aconseguint generar un nou mapa amb només les carreteres classificades com a d'alta capacitat.

Seguidament, pel mapa de carreteres d'alta capacitat, s'ha seguit el procés utilitzant l'eina de ArcGis "Multiple Ring Buffer", establint les distàncies a partir de les quals es delimiten les àrees en 1km, 5km i 10km. Després, es va situar el mapa de distància a les carreteres d'alta capacitat sobre un mapa de Catalunya, per unir-los i així generar un polígon que representés totes les àrees de Catalunya a més de 10 km d'una carretera d'alta capacitat.

Pel mapa on es contempen totes les carreteres, l'eina de "Multiple Ring Buffer" no s'ha pogut emprar degut a l'excés de dades, i per tant s'ha optat per utilitzar l'eina "Buffer". Així, s'han realitzat "buffers" de les carreteres a 1km, 5km i 10km de distància respecte les carreteres, i després s'han unit les àrees resultants fent servir una combinació de l'eina "Erase" i l'eina "Union". De manera anàloga al mapa de carreteres d'alta capacitat, el mapa de distàncies generat s'ha situat damunt un mapa de Catalunya, per generar els polígons a més de 10 km de distància d'una carretera.

Per ambdós mapes, a cada distància se li ha donat el valor que els experts han cregut adient, realitzant un "Join" i després un "Dissolve". Seguidament, cada mapa s'ha passat a format ràster, fent servir l'eina "Convert polygon to raster".

Disponibilitat de preses → Mapa de biomassa disponible*Dades inicials*

- Mapes de rendiments cinegètics esperats en format ràster extrets de la “Propuesta de plan de ordenación cinegética de Cataluña mediante comarcas cinegéticas”. S’ha treballat amb els mapes de *Sus scrofa*, de *Capreolus capreolus*, de *Cervus elaphus*, de *Dama dama*, de *Lepus granatensis* i *Lepus capense*, de *Rupicapra rupicapra* i de *Capra pyrenaica*, tots ells en format ràster. El document utilitza dades recollides des de 2003/2004 a 2007/2008.
- Dades comarcals subministrades pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, on consten les dades de ramaderia extensiva de boví, oví, cabrí i equí, del 2010.

Per una banda, s’ha multiplicat el rendiment cinegètic esperat de cada espècie per la biomassa mitjana que cada un dels exemplars té, segons les dades de pes obtingudes de la *Guia de les espècies cinegètiques de Catalunya*, de Santiago Lavin i Encarna Casas. D’aquesta manera, s’obté un índex de la biomassa de les preses disponibles a Catalunya pel llop. Els pesos indicats per aquesta guia són:

<i>Sus scrofa</i> : 60 kg	<i>Capreolus capreolus</i> : 22 kg
<i>Cervus elaphus</i> : 125 kg	<i>Dama dama</i> : 46 kg
<i>Lepus granatensis</i> i <i>Lepus capense</i> : 2’3 kg	<i>Rupicapra rupicapra</i> : 24 kg
<i>Capra pyrenaica</i> : 44 kg	

En el cas de les dades de ramaderia extensiva, els pesos de cada espècie s’han extret del dossier tècnic sobre les races autòctones de Catalunya, del Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (Juny 2010).

Boví (Vaca bruna dels Pirineus): 550kg	Oví (Ovella Ripollesa): 60kg
Cabrí (Cabra blanca de Rasclera): 45kg	Equí (Cavall Pirenaic Català): 500kg

S’han multiplicat el nombre de caps de bestiar pel pes aproximat de cada un d’ells. Després, s’han sumat totes les biomasses i s’ha dividit pel nombre de kilòmetres quadrats que s’ha calculat que té cada comarca. Aquestes operacions s’han realitzat amb l’eina “Raster Calculator”. Seguidament, s’han associat les dades amb el mapa de comarques utilitzant l’eina “Join” i l’eina “Dissolve” i després aquest s’ha convertit a format ràster utilitzant l’eina “Convert polygon to raster”.

L’últim pas, ha estat obtenir un mapa on el valor de cada píxel fos la suma dels píxels de tots els mapes anteriors (els de biomassa de les espècies salvatges, i el de biomassa de la ramaderia extensiva), per obtenir un mapa amb la biomassa disponible pel llop a Catalunya. Amb aquest mapa realitzat, s’ha passat a atorgar a cada píxel el valor corresponent segons l’opinió dels experts, utilitzant l’eina “Reclassify”.

Hàbitat → Mapa d'hàbitats de Catalunya**Dades inicials**

- Mapes realitzats pel Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació – Centre de Biodiversitat Vegetal (CERBIV) de la Universitat de Barcelona, el 2005.

Processament de les dades:

Els 78 mapes extrets de la web de la generalitat de Catalunya constituïen un nombre de mapes massa gran com per processar-los tots alhora, així com també un volum de feina massa gran si s'havia de processar cada mapa per separat d'un en un. Per això, es va crear un model fent servir el "ModelBuilder" d'ArcGis10. El model preveia, per cada mapa:

- Realitzar una associació entre el mapa i dues taules, una que establia la relació entre les classes del mapa i la classificació CORINE, i l'altre establint la relació entre la classificació CORINE i la simplificació d'aquesta en els hàbitats que es fan servir al model: Boscos, Matollars, Prats, Conreus i terreny amb nul·la capacitat per esdevenir hàbitat pel llop.
- Netejar el mapa d'atributs considerats innecessaris i que dificultaven el processament de les dades, deixant només per a cada mapa les dades de la simplificació de les categories CORINE i el recobriment predominant de cada zona

Seguidament, un cop aplicat el model a cada mapa, s'uneixen tots ells utilitzant l'eina "Merge". El següent pas consistí en separar cada hàbitat del mapa general, per poder analitzar cada recobriment predominant per separat. A cada recobriment, se li atorga el valor corresponent segons les opinions dels experts, realitzant un "Join" i un "Dissolve" posterior. Un cop cada tipus d'hàbitat i recobriment té el seu valor assignat, s'ajunten tots fent servir l'eina "Union", i després es converteixen a Ràster, amb l'eina "Convert polygon to raster".

Altitud → Mapa d'altituds

Dades inicials

- Model digital d'elevacions proporcionat pel CREAL, elaborat el 1993.

El mapa inicial estava en format IMG, i per tant per poder-lo usar fent servir ArcGis10, es va haver d'exportar a ASCII, utilitzant MiraMón. Els píxels del mapa s'han classificat en les classes següents:

- Menys de 500 metres.
- Entre 500 i 1000 metres.
- Entre 1000 i 2000 metres.
- Entre 2000 i 3000 metres.
- Més de 3000 metres.

Després, a cada classe se li ha atorgat un valor segons l'opinió dels experts, fent servir l'eina "Reclassify".

Mapa final → Mapa d'adequació de l'hàbitat del llop a Catalunya

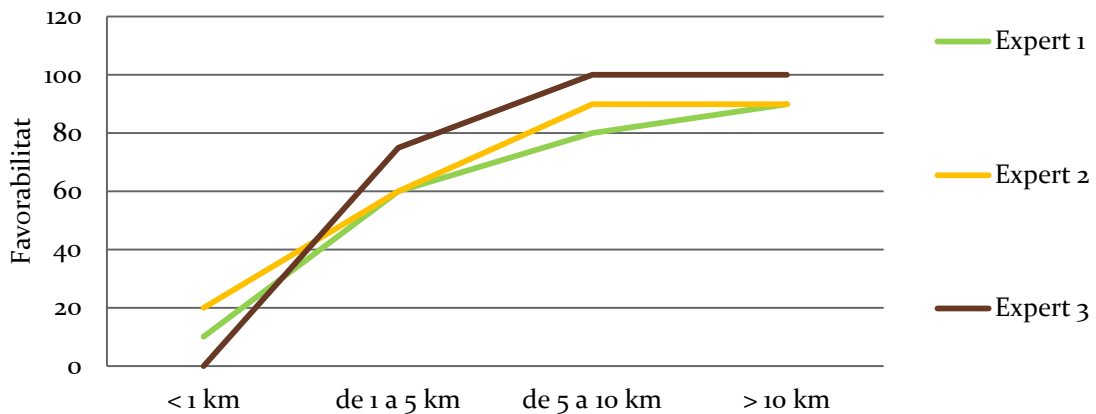
Per elaborar el mapa final, es van emprar tots els mapes creats (mapa de carreteres d'alta capacitat, mapa de carreteres global, mapa d'hàbitats i recobriment, mapa d'altures i mapa de biomassa), i es van "sumar" tots ells fent servir l'eina "Raster calculator", havent-los multiplicat primer pel pes corresponent segons l'opinió dels experts.

Tots els mapes generats es poden trobar a l'Annex 3. Mapes de Catalunya.

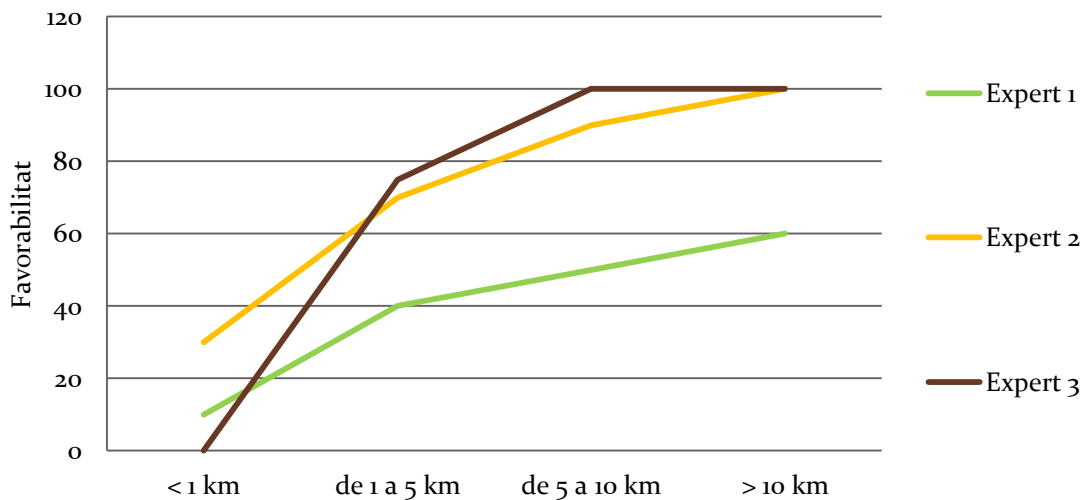
Anàlisi de les respostes dels experts

Tenint les respostes dels tres experts consultats, és necessari analitzar-les abans de continuar amb l'estudi i generar el model a partir de les tres respostes. Les tres respostes generaran un model establint mitjanes entre les seves tres opinions, però pel baix nombre de respostes obtingudes per part dels experts, s'ha vist recomanable fer una revisió de les opinions emeses pels experts. Això es fa per eliminar o resoldre diferències d'opinió no en el valor concret d'una variable, sinó en el seu comportament, ja que diferències d'opinió sobre el comportament mateix de la variable provocarien després de fer la mitjana que el comportament final de la mateixa no s'avingués a cap de les dues opinions, podent donar resultats sense fonament. Així, s'han analitzat les opinions dels experts buscant si tots interpretaven el comportament de les variables de la mateixa manera:

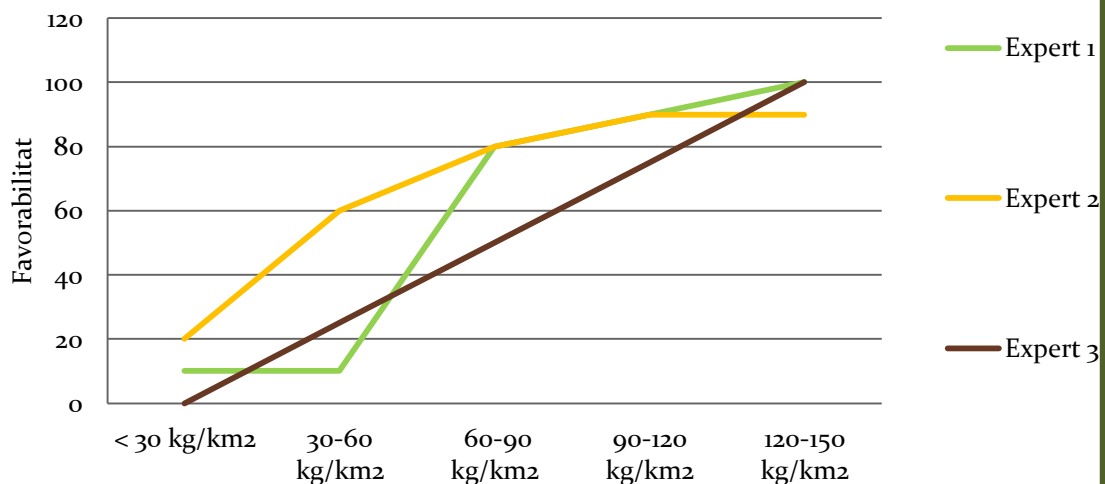
Favorabilitat de l'hàbitat segons la distància a la carretera d'alta capacitat més propera

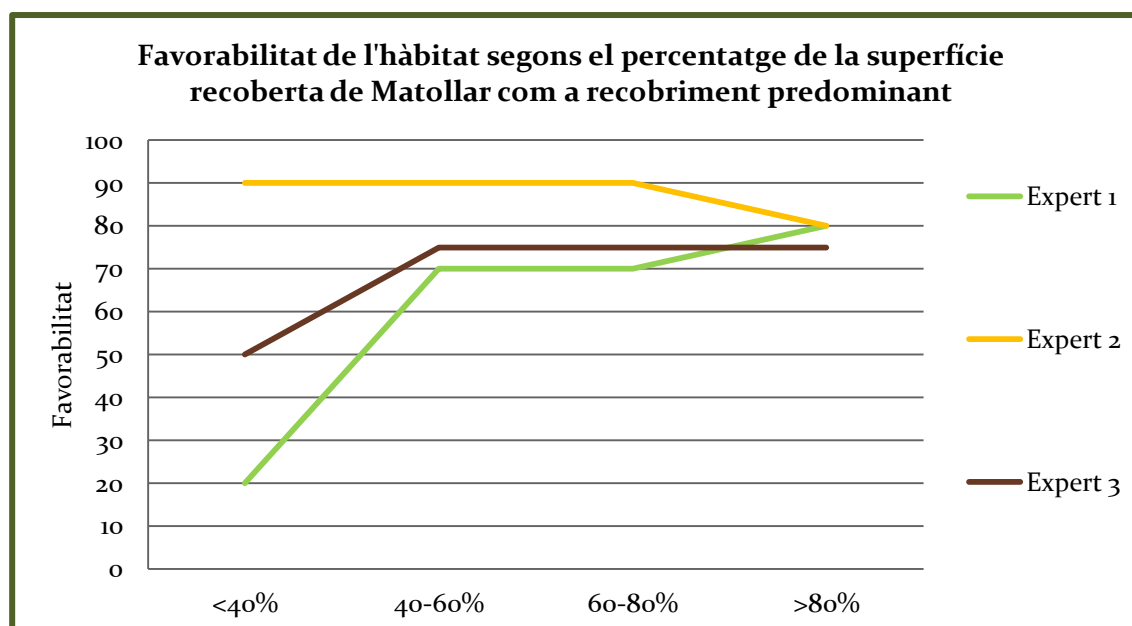
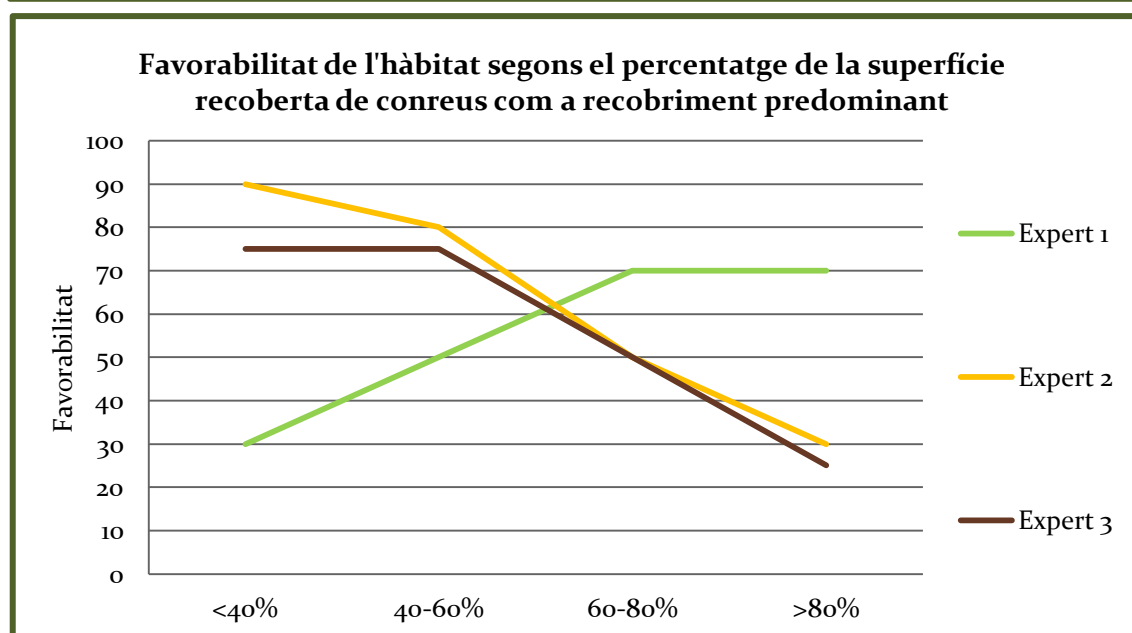
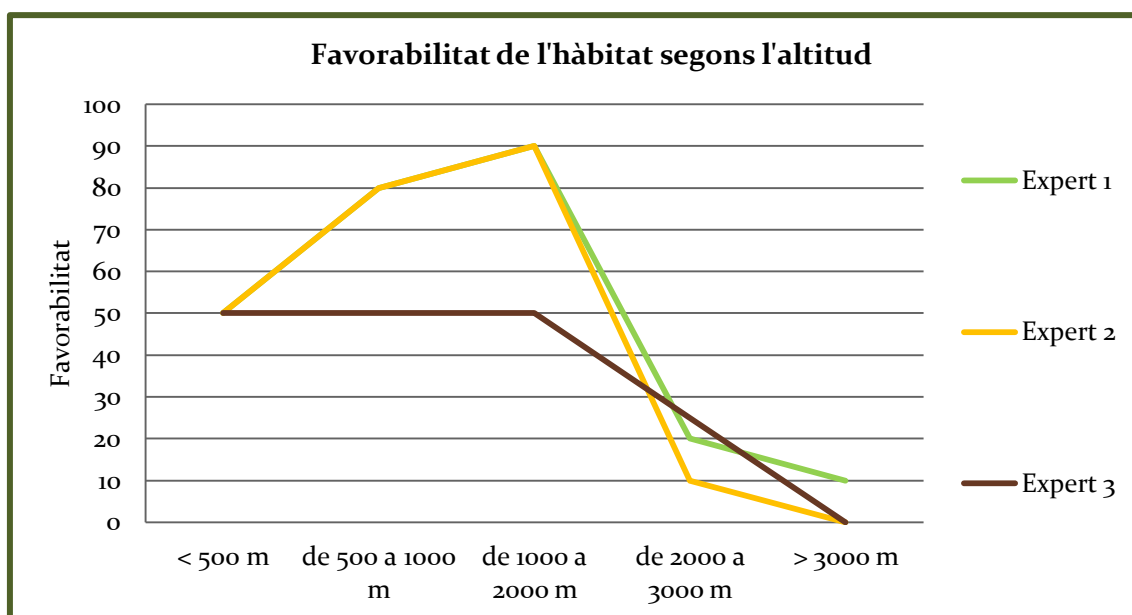


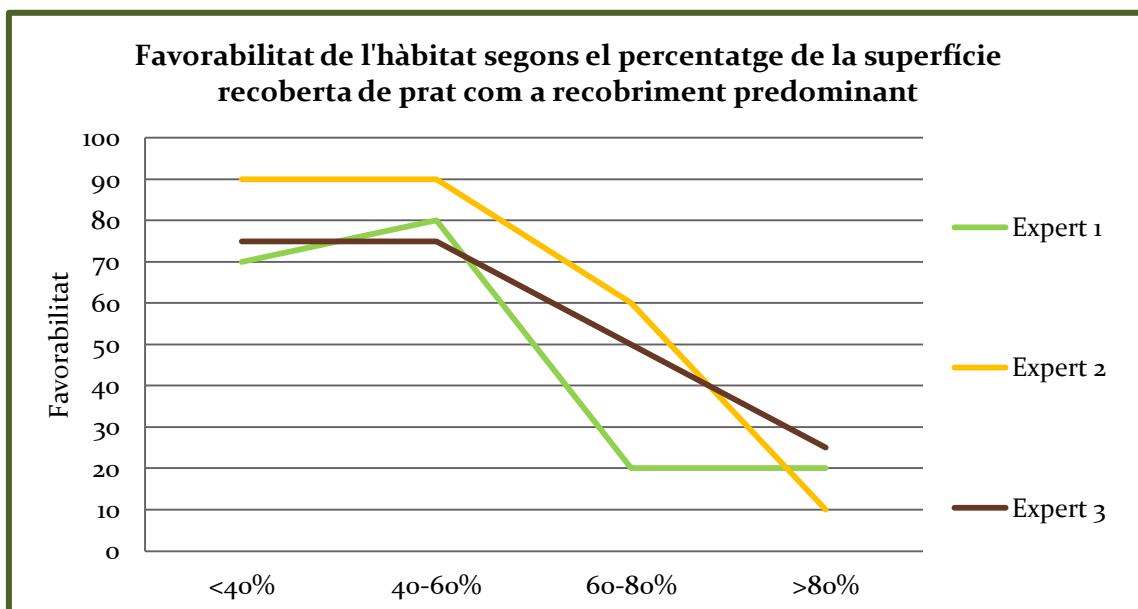
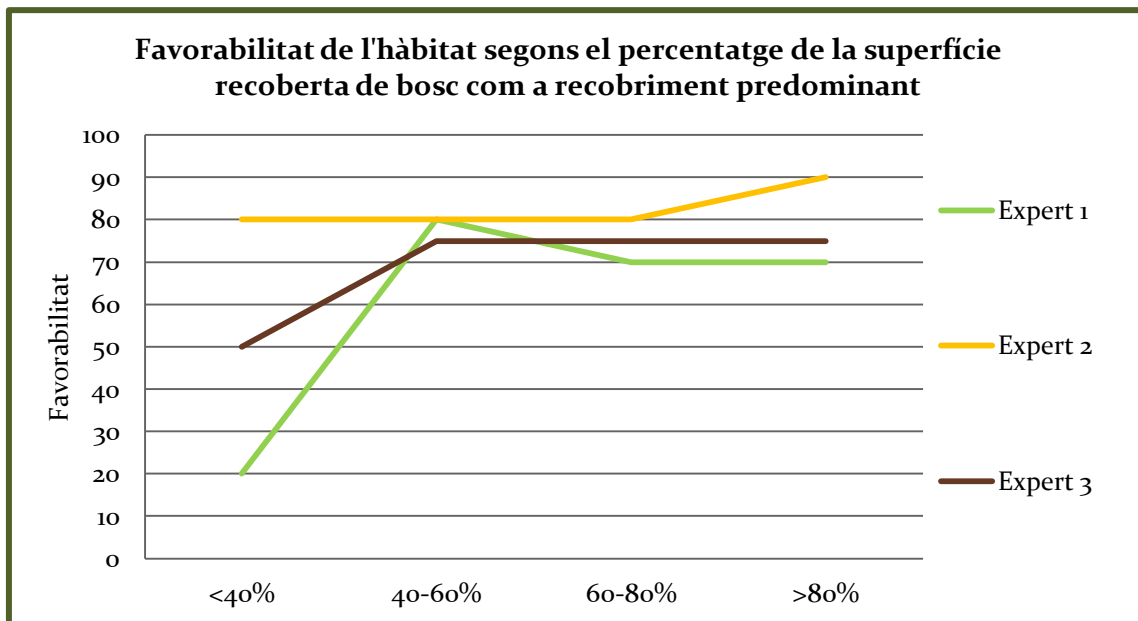
Favorabilitat de la zona en funció de la proximitat a una carretera



Favorabilitat de l'hàbitat segons la biomassa disponible (en kg/km²)







Com es pot comprovar, els experts coincideixen generalment en el comportament de totes les variables excepte en una, la "Favorabilitat de l'hàbitat segons el percentatge de la superfície recoberta de conreus com a recobriment predominant". En aquest cas, l'expert 1 creu que a mesura que creix el tant per cent de sòl recobert per conreus, la zona es torna més favorable pel llop, fins arribar a un 70% de sòl recobert per aquest tipus de recobriment, tornant-se llavors la variable constant en el seu valor de favorabilitat. Els altres dos experts no coincideixen amb aquest raonament, sinó que creuen que a mesura que augmenta el tant per cent de sòl recobert per conreus, la favorabilitat d'aquella zona per a que s'hi estableixi el llop decreix. En l'anàlisi final, s'ha cregut adequat treure l'opinió d'aquest expert del model en aquest cas, ja que no

guardava relació amb el comportament predit pels altres dos experts, i per tant la mitjana de les tres opinions hauria resultat una mala aproximació a la seva opinió.

Elaboració del model

Per cada variable, s'han realitzat els càlculs de les mitjanes dels valors que els tres experts han donat a cada rang en les seves respostes, excepte pel cas en que s'ha exclòs l'opinió d'un expert comentat en l'apartat anterior. Els quadres següents mostren l'opinió de cada un dels experts per cada variable, així com la mitjana calculada per cada rang de cada variable.

Distància a la carretera d'alta capacitat més propera	Expert 1	Expert 2	Expert 3	mitjanes
< 1 km	10	20	0	10
de 1 a 5 km	60	60	75	65
de 5 a 10 km	80	90	100	90
> 10 km	90	90	100	93,3

Distància a la carretera més propera	Expert 1	Expert 2	Expert 3	mitjanes
< 1 km	10	30	0	13,33
de 1 a 5 km	40	70	75	61,67
de 5 a 10 km	50	90	100	80
> 10 km	60	100	100	86,67

Altura	Expert 1	Expert 2	Expert 3	mitjanes
< 500 m	50	50	50	50
de 500 a 1000 m	80	80	50	70
de 1000 a 2000 m	90	90	50	76,67
de 2000 a 3000 m	20	10	25	18,33
> 3000 m	10	0	0	3,33

Biomassa disponible	Expert 1	Expert 2	Expert 3	mitjanes
< 30 kg/km2	10	20	0	10
30-60 kg/km2	10	60	25	31,67
60-90 kg/km2	80	80	50	70
90-120 kg/km2	90	90	75	85
120-150 kg/km2	100	90	100	96,67

Tipus de recobriment	Recobriment	Expert 1	Expert 2	Expert 3	mitjanes
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de bosc	<40%	20	80	50	50
	40-60%	80	80	75	78,33
	60-80%	70	80	75	75
	>80%	70	90	75	78,33
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de prats	<40%	70	90	75	78,33
	40-60%	80	90	75	81,67
	60-80%	20	60	50	43,3
	>80%	20	10	25	18,33
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de matollars	<40%	20	90	50	53,33
	40-60%	70	90	75	78,33
	60-80%	70	90	75	78,33
	>80%	80	80	75	78,33
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de conreus	<40%	XX	90	75	82,5
	40-60%	XX	80	75	77,5
	60-80%	XX	50	50	50
	>80%	XX	30	25	27,5

Determinació dels pesos

L'últim pas per generar el model, és considerar els pesos atorgats per cada expert a cada una de les variables. El quadre següent mostra les seves opinions:

Pesos atorgats a les variables pels experts	Expert 1	Expert 2	Expert 3
Distància a la carretera d'alta capacitat més propera	3	2	3
Distància a la carretera més propera	1	2	2
Biomassa disponible	3	2	4
Altitud	2	1	1
Tipus d'hàbitat i recobriment	3	4	2

Analitzant els diferents pesos atorgats pels experts, es veu coincidència entre ells en considerar com a poc importants tant l'altura com la distància a una carretera. Hi ha consens també en situar la distància a les carreteres d'alta capacitat com a una variable important, entre un pes de 2 i de 3. La controvèrsia versa sobre les variables de biomassa disponible i de tipus de recobriment predominant a la zona, totes dues amb valors atorgats pels experts de 2, 3 i 4. Vist els resultats, es preguntà als experts que més distaven en les seves opinions respecte a aquestes dues variables que expliquessin les raons dels pesos atorgats. Finalment, l'expert num. 3 es retractà de les seves opinions, deixant que no es tinguessin en compte per l'estudi final. D'aquesta manera, els pesos atorgats finalment a les variables foren de:

Distància a la carretera d'alta capacitat més propera	Distància a la carretera més propera	Biomassa disponible	Altitud	Tipus d'hàbitat i recobriment
2'3	1'67	2'5	1'3	3'5

Comparació amb el mapa de densitat de població i superposició amb el d'espais protegits

Mapa de densitats de població per municipis

El mapa de densitat de població per municipis, s'ha elaborat amb les dades proporcionades per el Laboratori d'Informació Geogràfica i Teledetecció (LIGIT) de la UAB. Concretament, s'ha emprat el mapa de municipis de Catalunya proporcionat per aquest organisme. A més, s'han extret les dades de població de cada municipi de la web de L'INE (Instituto nacional de estadística), que s'han associat als polígons de cada municipi mitjançant l'eina "Join". Després, s'ha calculat l'àrea de cada municipi i editant la taula d'atributs, s'ha dividit la població entre els kilòmetres quadrats que cada municipi representava. Al mapa s'hi ha superposat també el mapa de capitals de comarca, cedit també pel LIGIT. Per tal de realitzar millor la comparació, tant els límits comarcals com les capitals de comarca s'han inclòs també en el mapa de zones amb més probabilitat d'establiment del llop a Catalunya.

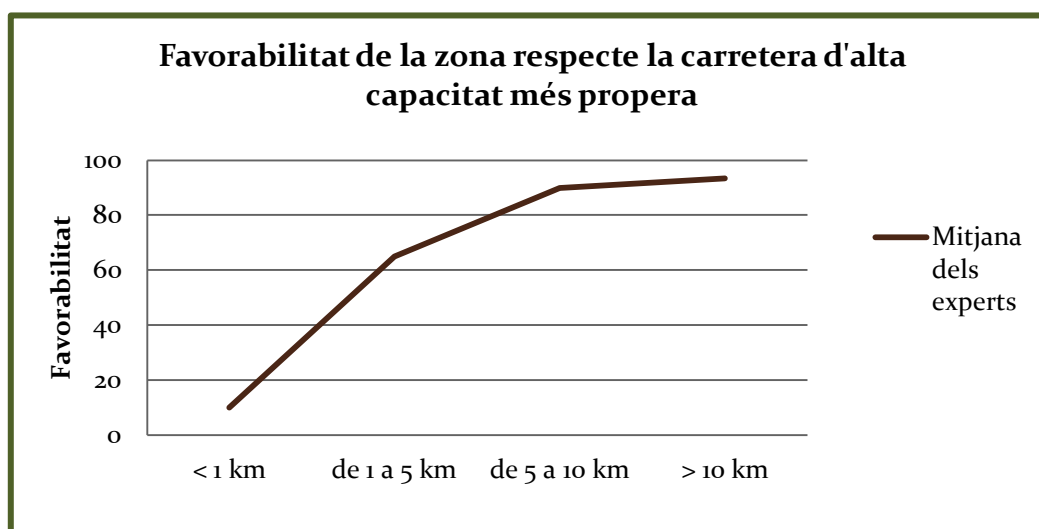
Mapa dels espais naturals de protecció especial

El mapa obtingut de la web de la generalitat dels espais de protecció especial s'ha superposat, afegint-hi certa transparència a la capa, damunt el mapa d'adequació de l'hàbitat de Catalunya.

Resultats

Els resultats s'analitzen primer en funció de les variables estudiades, i després en funció del mapa resultant del model.

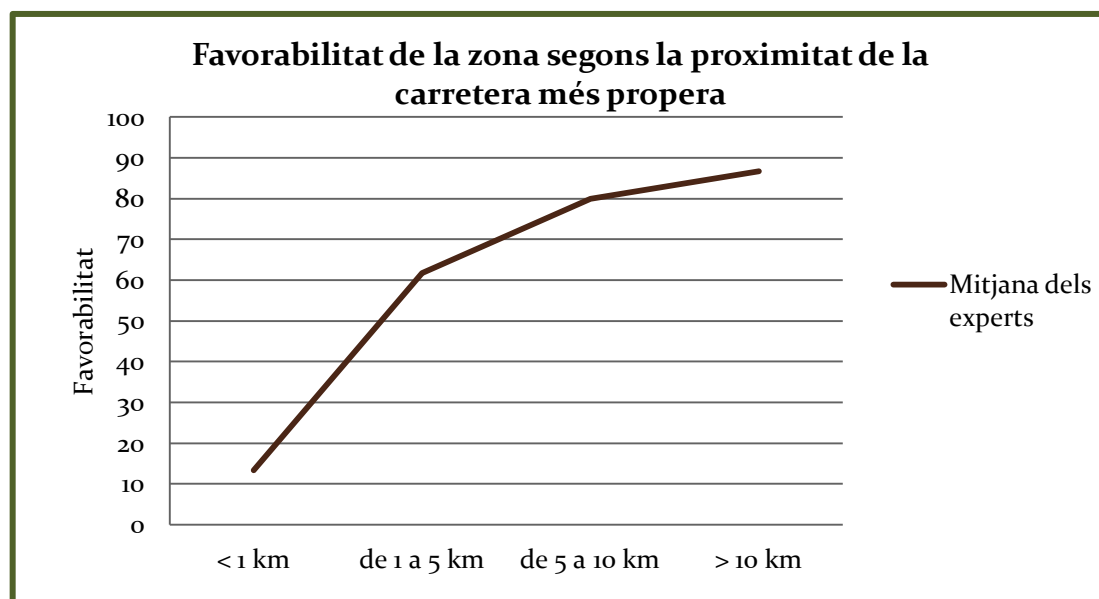
Tranquil·litat



Pels experts, la adequació d'una zona augmenta amb la distància a la carretera d'alta capacitat més propera: Quan més lluny es trobi la carretera d'alta capacitat, millor per a la presència de llops. A menys d'un kilòmetre, es pot veure com el model considera força improbable que una zona sigui adequada per a que el llop s'hi estableixi, augmentant això si ràpidament el valor de la zona com a lloc potencial per al llop a mesura que ens allunyem de la carretera. El comportament favorable segueix fins arribar als cinc kilòmetres, on ja sembla que s'hagi arribat a una distància en que no tingui molta importància allunyar-se més d'una carretera d'aquest tipus.

La mitjana dels pesos dels experts dona com a resultat donar-li a la variable un pes de 2/3 sobre 4. En termes relatius, mostra més importància pels experts que la proximitat a una carretera o que l'altitud, però menys que la biomassa disponible o el tipus de recobriment present a la zona.

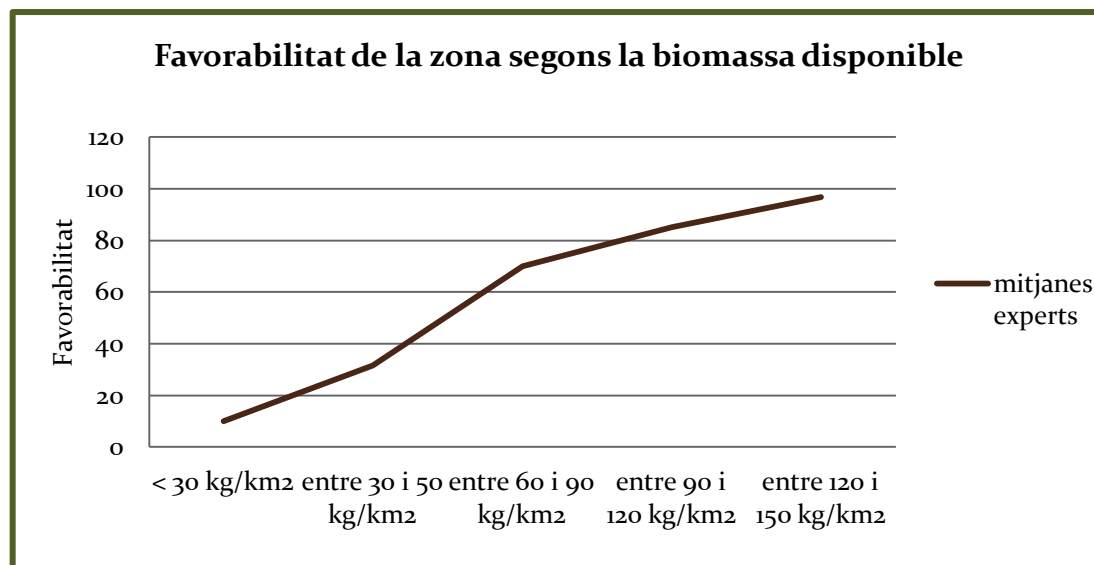
El mapa resultant d'aquesta variable (Annex 3.1.), mostra com una àmplia zona de Catalunya es troba a cinc o més kilòmetres d'una carretera d'alta capacitat, sobretot a la part Nord-oest del mapa. Les carreteres d'alta capacitat gairebé omplen tot el litoral mediterrani, i connecten Catalunya amb l'estat Francès pel Nord-est, amb València pel Sud i amb l'Aragó per l'Oest. A la zona Sud-oriental sembla que hi hagi una altra gran zona lliure de la influència d'aquestes carreteres.

Tranquil·litat

El comportament predit de la variable “distància a la carretera més propera” té segons els experts un comportament anàleg al de la variable distància a les carreteres d’alta capacitat. Com més lluny es trobi la zona de la carretera, més favorable serà a que el llop s’hi estableixi. A més, també es preveuen uns valors baixos a menys d’un kilòmetre de distància, però augmenta ràpidament a valors alts fins arribar als cinc kilòmetres, mantenint els valors alts fins més enllà de passats els deu kilòmetres de distància.

El pes atorgat a aquesta variable és de 1’3, sent juntament amb l’altura les variables considerades menys importants pel que fa a la determinació d’una zona com a lloc propici en l’establiment del llop.

El mapa que es correspon a aquesta variable (Annex 3.2.) mostra com hi ha poques zones del territori Català que es trobin a més de cinc kilòmetres de distància d’alguna carretera, i que no n’hi ha cap que estigui a més de 10 kilòmetres de distància. Al litoral és on es troben també una concentració més gran de carreteres, deixant pocs espais que no en tinguin cap a més d’un kilòmetre, i la densitat de les mateixes va disminuint a mesura que s’entra cap a la zona més continental.

Disponibilitat de preses

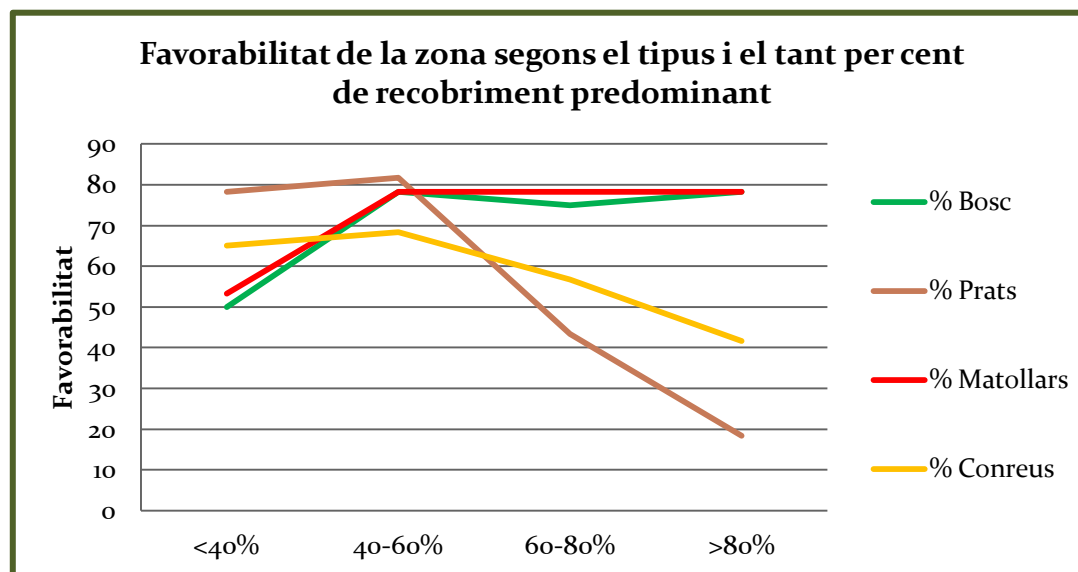
Els experts coincideixen en senyalar una adequació molt baixa quan la biomassa disponible és més baixa dels 30 kg/km², i consideren que l'adequació va pujant a mesura que s'apropa als valors màxims. El creixement predit és més accentuat en l'interval que va des dels 30 kg/km² fins als 90 kg/km², que no pas entre els 90 kg/km² i els 150 kg/km², senyalant que consideren que una llopada ja té un entorn força adequat arribats als 90 kg/km².

El pes que sorgeix de la mitjana dels pesos que els experts han atorgat és de 2'5, sent doncs la segona variable en importància, després del tipus de recobriment.

El mapa de biomassa disponible a Catalunya (Annex 3.4), mostra una forta predominança de la zona Nord de Catalunya respecte al Sud pel que fa a disponibilitat de biomassa, ja que una part important del territori del Nord es troba per damunt dels 150 kg/km². Cal esmentar que bona part d'aquesta biomassa sorgeix del senglar (*Sus scrofa*), que és una espècie espectacularment present al territori i amb molt de protagonisme, ja que a més de ser abundant, també és voluminós. També hi ha una zona al Sud, als Ports de Baseit, on hi ha una alta disponibilitat de biomassa, gràcies a la cabra salvatge (*Capra pyrenaica*).

Degut a la poca resolució espacial inherent a les dades de biomassa disponible de bestiar domèstic, s'ha cregut adequat realitzar també un mapa on només fos representada la biomassa disponible de preses salvatges (Annex 3.3). En aquest, la tendència predominant de la zona Nord de Catalunya es produeix un altre cop, encara que els valors de biomassa no són tan alts com l'anterior. El posterior mapa d'adequació de l'hàbitat s'ha realitzat després dues vegades, un cop amb el mapa de biomassa total, i un altre amb el de biomassa disponible només de preses salvatges.

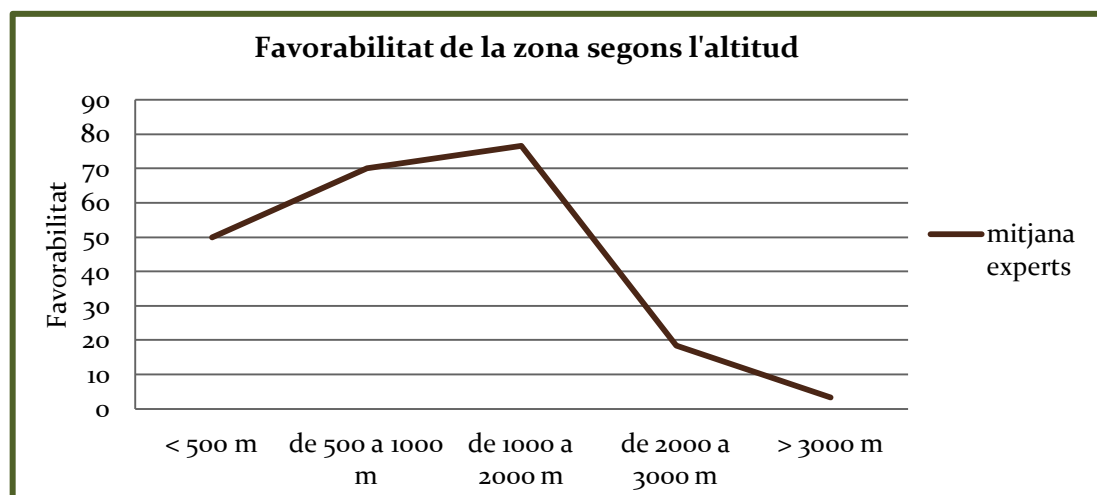
Hàbitat



Els diferents comportaments de cada tipus de recobriment i el seu tant per cent del mateix es tenen en compte en un mateix gràfic. Es pot veure que la mitjana de les opinions dels experts ha resultat en donar gairebé el mateix comportament al bosc i al matollar, que així com augmenten en tant per cent de recobriment, augmenten de valor per a que s'hi estableixin llops. Respecte als altres dos tipus de recobriment, prats i conreus, els experts consideren que tenen un comportament invers als boscs i matollars: Mentre baixa el tant per cent de recobriment d'aquests dos tipus d'hàbitat, el valor de la zona com a possible lloc on el llop s'hi estableixi puja.

El pes d'aquesta variable s'ha determinat com a molt important (3'5), sent la variable amb més pes de tot el model.

El mapa que es correspon amb aquesta variable (Annex 3.4.) mostra una gran heterogeneïtat tant pel tipus de recobriment com en el tant per cent d'aquest. El mapa s'ha d'observar a una escala 1:100.000, si es vol poder observar els hàbitats i els recobriments diferents que hi ha a cada zona. De nou, al Nord de Catalunya és on trobem més zones apropiades per a que el llop s'hi estableixi, amb un tant per cent de recobriment de boscos i de matollars major.

Altitud

L'altitud dona un valor d'adequació pels experts bo ja des de menys de 500 metres, augmentant de valor progressivament fins que s'arriba als 2000 metres. Llavors, els experts preveuen una clara tendència a baixar de valor, arribant als 3000 metres a valors molt baixos. D'aquesta manera, deduïm que els experts consideren que els llops mostren un alt gradient d'acceptabilitat envers l'altitud, preferint les zones a partir dels 1000 metres i fins els 2000, començant llavors a evitar les zones que queden més altes d'aquesta altitud.

El pes d'aquesta variable en el model és de 1/3, el més baix atorgat pels experts de totes les variables considerades.

El mapa corresponent (3.5.), ens mostra com la zona Sud i la zona central de Catalunya es troben entre els 0 i els 1000 metres d'altitud, estant només una porció del Nord de Catalunya per damunt dels 1000 metres d'altitud, així com una molt més

Mapa de densitat de població

La població catalana mostra clars senyals d'estar molt concentrada al litoral del territori, sobretot al voltant i a la mateixa ciutat de Barcelona. Encerclant la capital hi ha un segon cordó de densitats elevades, format per les capitals de comarca de Mataró, Granollers, Sabadell, Terrassa, i fins i tot Igualada, Vilafranca i Vilanova i la Geltrú. El nombre de subnuclis, la seva aparició i la seva relació amb la capital és tema de debat en l'àmbit de l'urbanisme (Clusa i Roca, 1997; Cabré i Mòdenes, 1997), i no pretenem abordar-lo en el present treball.

Deixant aquest segon cordó metropolità, veiem la gran importància que té el litoral mediterrani, aplegant una alta densitat de població, molta més que a l'interior del territori. És a l'interior on trobem densitats de població molt baixes, només trencades per ciutats disperses que fan créixer una mica aquesta densitat, com són Girona, Figueres, Lleida, Manresa, Vic i Olot.

Mapa de zones de Catalunya amb més probabilitat d'establiment del llop.

El mapa que mostra el resultat final del model (Annex 3.7.) mostra una predominança clara de les zones del Nord envers les del Sud. S'hi pot veure que l'efecte de les carreteres d'Alta capacitat hi és molt marcat, però fora de l'àmbit establert per la distància d'un kilòmetre respecte d'aquestes, l'efecte disminueix en gran mesura.

El mapa mostra també que les zones de costa són poc adequades per l'establiment del llop, però alhora també ho són les zones d'alta muntanya, segurament per l'efecte sumat de l'altitud poc adequada, i per la predominança de prats i absència de boscs o matollars.

En la comparació entre els dos mapes d'adequació finals, un tenint en compte la biomassa total i l'altre tenint en compte només la biomassa de preses salvatges (Annexos 3.7 i 3.8, respectivament), es pot veure que si bé el mapa no canvia en gran mesura, si que s'hi pot observar una baixada en l'adequació que presenten les zones de la Catalunya central.



Limitacions de l'estudi

La realitat del món natural és diversa, canviant, i en molts casos, aleatòria. Representar-la en un model numèric, comporta unes pèrdues significatives:

- L'aleatorietat natural o estocasticitat es perd quan s'estableix un model com el realitzat, determinista, ja que aquest ve definit per unes equacions que no preveuen l'aleatorietat, sinó tan sols un valor que es correspon amb un altre, segons una funció.
- La simplificació que es fa de la realitat, per tal de poder-la expressar de manera numèrica, deixa de banda la variabilitat que realment té la naturalesa.
- Intentar preveure el comportament del llop mitjançant unes variables concretes deixa de banda la singularitat de cada individu. De la mateixa manera que no hi ha dos humans iguals, tampoc hi ha dos llops amb les mateixes preferències.
- El model realitzat contempla cada variable per separat, de manera aïllada entre elles, i sense tenir en compte que cada una de les variables pot interactuar amb les altres. D'aquesta manera, per exemple, podria succeir que una zona on no hi hagués gens de biomassa disponible, tingués un hàbitat molt adequat, una gran tranquil·litat i una altura just en el rang més adient, donant així uns valors al model d'adequació elevats, quan en realitat seria segurament poc probable que el llop decidís establir-se allí.
- El llop necessita àrees de com a mínim 200 km² per establir un territori com a seu. Al mapa definit pel model, pot apreciar-se l'adequació píxel a píxel, sent cada píxel un terreny de 1 km². Caldria per tant comprovar després quins territoris amb bona adequació tenen una àrea de com a mínim 200 km², per esdevenir realment hàbitats amb capacitat real per a que el llop s'hi estableixi.
- Tot i la gran mobilitat del llop, per tal i com es desenvolupa la colonització d'aquest, en forma de taca d'oli, la probabilitat de que un territori sigui colonitzat, augmenta amb la proximitat a un territori on la població ja sigui estable. Incorporar aquesta variable al model ajudaria a augmentar-ne la capacitat predictiva, però també necessitaria fer un estudi sobre la mobilitat

del llop, la connectivitat existent entre els territoris amb poblacions estables i Catalunya.

Per tant, el model s'ha de prendre com el que és: Una aproximació que es fa a la realitat per tal d'entendre-la millor, poder elaborar hipòtesis i actuar en conseqüència. De totes maneres, el model no busca ser l'única eina en la gestió que s'haurà de fer en la recolonització del llop, sinó una més que ajudi en aquesta.

Una limitació important en l'estudi ha estat l'escàs nombre d'experts que han contestat l'enquesta sobre el comportament del llop. Amb més temps i més insistència, o potser amb el suport d'algun organisme oficial, es podria probablement augmentar la taxa de participació, donant llavors uns millors resultats per fer l'estudi més fiable.

El llop és un mamífer extremadament mòbil, i com a animal, no entén de fronteres. Així, hauria tingut més sentit prendre com a àmbit d'estudi no només Catalunya, sinó també tota la zona que comprèn des dels Alps Francesos i Italians, fins a les comunitats autònomes que hi ha als Pirineus (Catalunya, Aragó i Navarra). Si no s'ha fet així, ha estat per la falta de bases de dades disponibles, així com per la dificultat per trobar-les. En un estudi d'aquesta envergadura, podríem observar molt millor quin seria el comportament que hom pot esperar dels llops en la recolonització, així com observar també si hi ha probabilitats reals de que els llops ibèrics arribin també a Catalunya provinents de l'Oest de la península.

Tot model és tan bo com ho són les seves fonts, i convé senyalar punts febles de les fonts emprades:

Tranquil·litat → Mapes de distància a la carretera més propera.

La variable "proximitat a la carretera més propera" pretén mostrar un indicador de la tranquil·litat que hi ha a les zones del territori. El desglossament en dos grups, carreteres d'alta capacitat i carreteres en general creiem que és convenient, ja que l'impacte que generen unes i altres és molt diferent, però hagués estat més adequat tenir en compte, per realitzar la separació, un indicador més proper a la tranquil·litat, com podria ser la intensitat de trànsit de les carreteres.

Hàbitat → Mapa d'hàbitats de Catalunya

El mapa d'hàbitats de Catalunya que s'ha fet servir pel model indica el tipus de cobertura predominant, així com el tant per cent que representa aquest tipus de cobertura, però no indica en canvi de quin altre tipus de recobriment és el tant per cent que falta, o si n'hi ha més d'un. Una zona amb un 60% de bosc, serà molt diferent segons si l'altre 40% són matollars, o si en canvi són terreny considerat inadequat per a que el llop s'hi estableixi (com ara terrenys inundats o similars).

El recobriment és un paràmetre que pot canviar molt en el temps, fins i tot de manera ràpida quan succeeixen incendis o es planifiquen noves urbanitzacions. Per això, convé prendre les dades el més actualitzades possibles. En aquest cas, les dades més recents que s'han pogut trobar són del 2005, fet que també limita la capacitat predictora de l'estudi.

Proximitat d'aigua a la zona

No poder incloure aquesta variable en el model és un factor limitant important del mateix. El llop té un comportament molt diferent al dels herbívors, i per criar en una zona necessita que aquesta estigui propera a una font d'aigua permanent ja que si no, els cadells i la mare no podran assedegar-se. Els herbívors considerats com a presa en el model no elaboren un cau on criar als juvenils, sinó que des de bon principi es mouen pel territori buscant aliment i aigua. Representar la proximitat a l'aigua necessita d'una base de dades molt concreta, precisa i actualitzada, però creiem que el model guanyaria molta predictibilitat si es tingués una font d'aquesta mena.

Comentaris dels experts

Els diversos experts consultats durant l'elaboració del treball van indicar diverses precisions que ara troben el marc adequat per ser comentades.

La primera i més important de totes elles és la falta d'una variable que indiqui la proximitat a una font d'aigua permanent. Comentada aquesta mancança en les limitacions del model, hem de dir que en cap dels estudis consultats aquesta variable s'ha tingut en compte per veure on els llops es podrien reproduir. Segurament, l'esforç necessari per obtenir aquestes dades en fa inviable la recollida si no és per una zona més petita, i si és així, deixa de ser útil per caracteritzar l'hàbitat del llop ja que ens trobem davant d'un mamífer amb un territori que comprèn com a mínim 200 km². Curiosament, al territori català hi ha un alt nombre de topònims de fonts, llacs o torrents que fan referència al llop: Font del Llop, Bassa del Llop, Abeurallops, Gorg del Llop, Torrent del Llop o Ulldellops en són alguns exemples (J. M. M. Gibert, a comentari personal).

En l'estudi dels Picos d'Europa (Cayuela, 2010) i en el realitzat a Finlàndia (Kaartinen et. al., 2009), s'assenyala que un dels millors indicadors de que el llop es podria establir en una zona, és la presència anterior del llop en aquella zona. Aquí, no es tenen dades directes de la presència anterior del llop, però si que es compta amb certa informació i recopilació sobre els esmentats topònims que hi fan referència. Un posterior estudi d'aquests (no només dels referents a elements hídrics, sinó a qualsevol element que faci referència al llop), de la seva distribució i concentració en certs punts, pot servir com a base de dades per estudiar l'anterior adequació de l'hàbitat a la presència del llop, i mostrar indicis de quins llocs podrien encara resultar adequats per a l'establiment del llop.

Desenvolupament del model

El tipus de recobriment predominant a la zona demostra ser un factor clau en el model per determinar la preferència dels llops envers el lloc on establir-se. Aquest fet, es correspon amb els estudis realitzats a Polònia (Jedrzejewski, et al. 2008), als Alps italians (Marucco, 2009; Corsi et. al. 1999) i Suïssos (Glenz, et. al. 2001) i també als Apenins (Marucco, 2009). De la mateixa manera, la biomassa disponible se cita com a molt important en d'altres estudis (Massolo et al., 1998; Cayuela, 2004; Jedrzejewski, et al. 2008). Totes dues variables tenen un paper predominant a les publicacions, encara que en altres és la tranquil·litat la que juga un paper destacat (Cayuela, 2011; Kaartinen et. al., 2009). La altitud mostra signes d'importància a nivell regional

(Massolo et al., 1998), considerant-ne la importància com a indicador de les zones més deshabitades pels humans, més que no pas per l'efecte que té directament sobre les poblacions de llops. El més probable doncs, és que els llops es comportin a cada lloc de manera diferent, segons com sigui aquest i també la història d'aquest lloc, en cas que els llops mai s'hi hagin extingit (Carroll et al., 1999; Kaartinen et al., 2009). D'aquesta manera, creiem que ha estat encertat desenvolupar un model que tingui en compte el cas català en particular, més que no pas extrapolar un model creat per una altra zona i aplicar-lo al territori català.

Anàlisi del mapa d'adequació final

Es pot veure com el mapa d'adequació de l'hàbitat pel llop mostra una clara predominança cap la zona Nord del país, cap a tota la part dels Pirineus i Pre-Pirineus. Cal dir que aquesta zona concentra la majoria de variables en el seu millor estat pel llop: Són les que queden més allunyades de les carreteres, són les que tenen més boscs i matolls, són les que estan a una altitud adequada (tot i que en alguns punts, massa alta), i finalment, són les que concentren una biomassa disponible més elevada. Podem veure també com algunes altres zones són també adequades pel llop segons el model, com ara als Ports de Beseit, la zona del Montsant o fins i tot el Montseny. Precisament, deixant de banda els Pirineus, les zones de Catalunya on s'ha confirmat la presència ocasional de llops es corresponen amb algunes d'aquestes localitzacions, tant al Parc Natural del Montseny com també a zones del Vallès oriental (Castellterçol). Les zones del litoral, queden excloses com a llocs a tenir en compte a l'hora de preveure l'establiment del llop, amb excepció de la zona del Montnegre fins a Palafrugell, on el bon hàbitat i la major distància fins a una carretera d'alta capacitat expliquen les bones condicions que hi ha per a que un llop pogués establir-se allí. Les zones de la plana de Lleida mostren també una adequació menor que les que queden més al Nord, degut a la predominança de conreus i la poca disponibilitat de preses salvatges. Els llops aprecien els prats d'alta muntanya per caçar-hi, però en canvi per establir-hi el cau, prefereixen zones boscoses o de matollar frondós (Castellví, 2008). Aquesta és la causa de que a les zones altes del Pirineu, com la zona de la Vall d'Aran, hi hagi una adequació de l'hàbitat per la reproducció del llop tan baixa.

En el mapa d'adequació de l'hàbitat es pot veure també com els Pirineus representen pel llop, més que una barrera orogràfica, una extensa zona on expandir-se. L'adequació en tot aquest territori és alta i, per tant, és d'esperar que si realment comencen a arribar individus provinents dels Alps italians i francesos a la vessant Francesa dels Pirineus, arribin igualment a la vessant catalana. A més, tal com es pot

veure a l'Annex 3.9. *Adequació de l'hàbitat i Espais Naturals protegits de Catalunya*, la zona compta amb el Parc Natural del Cadí Moixeró, el Parc Natural de l'Alt Pirineu i el Parc Nacional de l'Estany de Sant Maurici, que assegurin la preservació del territori i el manteniment de les condicions naturals a una porció important dels Pirineus. La Xarxa Natura 2000 també hi és molt implantada, i tot i que no representa un grau de protecció màxim, sí que assegura la conservació del patrimoni natural de la zona.

Seguint amb aquest fil, el llop troba en aquest espai una gran oportunitat. El treball de Josep Maria Massip i Gibert: *El Llop i els Humans, Passat i Present a Catalunya*, presenta l'incògnita de per quin lloc poden arribar primer, si per la part Nord, des dels Pirineus o més aviat des del sistema central. El treball de D. Martín i M. Boada, *Anàlisi de la situació actual del llop (Canis lupus) a Catalunya i valoració ambiental de la seva presència*, pren només en consideració l'opció d'arribada des del Nord, almenys en l'estat inicial de la recolonització. Creiem que l'opció d'arribada des del Nord és més probable, ja que de fet, els primers exemplars han arribat per aquella zona i aquest fet es pot fer servir com a indicador de que el recorregut és més permeable pel llop que l'altre. J. M. M. Gibert, indica també la barrera que l'Ebre representa pel llop en el seu camí des de l'Oest fins a Catalunya, barrera que com ell indica, pot alentir la seva arribada per aquest punt. Segurament, un riu del cabal de l'Ebre representa una barrera important en el seu recorregut, però com s'ha vist en el cas del Duero, l'únic atribut geogràfic (que no atribut humà) del territori que sembla tenir algun efecte definitori en la distribució del llop és el mar.

Anàlisi dels mapes d'adequació amb biomassa disponible diferent

Els Annexos 3.7. i 3.8. Mostren dos mapes finals d'adequació de l'hàbitat del llop que difereixen en la biomassa disponible que s'ha tingut en compte. El primer té en compte la biomassa total, i el segon, la biomassa disponible tenint en compte només les preses salvatges. El coeficient de correlació calculat entre els dos mapes és de 0'79, indicant que hi ha tendència a que les zones amb alta adequació d'un dels mapes tinguin també una alta adequació a l'altre. La correlació és similar quan la calculem de manera aïllada per la biomassa total i la biomassa només de preses salvatges (0'76), tal i com era d'esperar ja que és l'única variable que ha sofert modificacions en un i altre model. Tot i la correlació elevada entre un mapa i l'altre, tenint en compte que el pes relatiu de la biomassa disponible al model és del 22'2%, creiem important obtenir unes millors dades sobre la biomassa de les preses potencials domèstiques del llop, per tal de poder-les incloure de manera fiable a l'estudi.

Veient la correlació elevada entre un i altre mapa, es pot deduir que els llocs amb alta presència de preses salvatges són també els llocs on hi ha una densitat major de preses domèstiques. Aquest fet és important ja que indica que als llocs on el llop possiblement s'estableixi, aquest no dependrà només de les preses domèstiques, sinó que també disposarà normalment un nombre important de preses salvatges.

Comparació amb el mapa de densitats de població a Catalunya

La densitat de població de Catalunya es distribueix en dues zones àmplies molt marcades i després, en diverses zones aïllades. Les dues grans zones són tot l'àmbit de Barcelona i les seves corones metropolitanes; i al litoral, especialment el vessant Sud. Les zones aïllades les trobem més al centre, i són les que poden tenir més problemes en la convivència amb el llop. La Seu d'Urgell, Berga i Ripoll són les zones on hi ha una probabilitat major de que es generin conflictes, degut a la gran adequació de l'hàbitat a l'establiment del llop que té el territori que les envolta, i la concentració de persones que representen aquestes tres capitals de comarca. També s'ha de destacar que l'hàbitat pel llop sembla estendre's fins a llocs com el Montseny i les Guilleries, ben a prop de nuclis de població com Sant Celoni o Santa Coloma de Farners.

A més, les zones incloses dins les figures dels Parcs Naturals (que no del parc nacional), no són exemptes d'activitats econòmiques realitzades a la zona. Els ramats d'ovelles i sobretot de cabres, així com diverses pastures de vaques o cavalls són importants a la zona dels Pirineus i Pre-Pirineus, i l'activitat del llop produirà conflictes amb aquestes activitats, com de fet ja ha començat a succeir. És important doncs establir i mantenir el contacte amb els pastors i habitants de la zona per una banda per preparar la convivència amb el llop, i per l'altra per resoldre els conflictes que aquesta ocasioni quan el llop sigui una realitat al territori.



Conclusions

S'han estructurat les conclusions del treball en tres apartats diferenciats: Per una banda, es tracten les conclusions a que s'arriba després d'haver realitzat el model d'adequació, tractat les hipòtesis i haver analitzat les zones on el model preveu una major probabilitat d'establiment. Per altra banda, també s'analitzen les repercussions que pot tenir l'assentament del llop al territori català, així com es fan propostes per tal d'intentar millorar la gestió de l'espècie. Finalment, es proposen mesures per tal de millorar el present projecte, i nous àmbits de treball cap a on podria orientar-se un treball més ampli que donés continuïtat a aquest i incorporés nous aspectes rellevants, com la connectivitat i la fragmentació de l'hàbitat.

Conclusions sobre el mapa d'adequació

- ❖ La tranquil·litat sembla un factor important en l'anàlisi de l'establiment del llop a Catalunya, ja que es pot observar a simple vista una correspondència elevada entre les zones amb baixa adequació i les zones properes a carreteres d'alta capacitat. Mentre hi ha una bona part de Catalunya allunyada per més de 10 quilòmetres d'una carretera d'alta capacitat, no succeeix el mateix amb les carreteres globals, que encara que amb densitats de carreteres diferents, no deixen gairebé cap punt del territori a una distància de més de 5 quilòmetres. No situar carreteres d'alta capacitat en zones on no n'hi hagin, així com no ampliar carreteres ja existents, desdoblant-les, sembla doncs important per mantenir un hàbitat adequat per a l'establiment del llop.
- ❖ El mapa referent a la biomassa total disponible pel llop mostra com una part important del territori català té una elevada disponibilitat de preses. També es pot veure comparant ambdós mapes de disponibilitat de biomassa (el de salvatges i el de salvatges més domèstiques), que la biomassa de preses salvatges disponibles pel llop és també abundant i que a més, la correlació entre un i altre mapa és de 0'76, indicant que hi ha certa correlació entre les zones on hi ha ramats i les zones on hi ha preses salvatges. La correlació entre un i altre és important, ja que indica que a les zones on hi ha ramats, el llop

també trobarà disponibilitat de preses salvatges, i per tant no basarà la seva dieta en aquestes zones exclusivament de preses domèstiques, sinó també de salvatges.

- ❖ El recobriment més adequat pel llop, boscs i matolls, ocupa un tant per cent elevat al territori, i bona part del terreny que té aquest tipus de recobriment el té en percentatges elevats. A més, si bé hi ha certa heterogeneïtat en la distribució dels diferents tipus d'hàbitats, podem trobar zones extenses on els boscos i els matolls són el recobriment predominant.
- ❖ L'adequació arreu del territori mostra valors elevats, destacant la part Nord per tenir una zona extensa de territori amb adequació elevada. Això fa pensar que és probable l'establiment del llop a Catalunya, i que de produir-se aquest, el més probable és que es produeixi a la zona dels Pirineus, a les comarques del Solsonès, el Berguedà o el Ripollès.
- ❖ La comparació entre les zones amb densitat de població humana elevada i l'adequació de l'hàbitat del llop mostra que els territoris amb una densitat de població humana més elevada queden aparentment lluny de les zones on hi ha una adequació més elevada. Ara bé, hi ha certs nuclis de població importants que si que es poden considerar a prop de zones d'adequació elevada, com La Seu d'Urgell, Berga i Ripoll. Cal destacar també que els llops, per norma general, mentre tinguin espai no ocupat per humans és poc probable que s'apropin gaire a nuclis de població.
- ❖ A l'anàlisi entre l'adequació i les zones protegides veiem com una part important del territori amb valors d'adequació elevats està protegit sota la figura d'algun Parc Natural o Nacional, o bé també està inclòs dins la Xarxa Natura 2000. Mantenir l'estat natural d'aquestes zones és important per mantenir les condicions que han produït, per una banda, que el llop comenci a ser present al territori català, i també per assegurar, de produir-se l'establiment del llop, que les condicions siguin adequades per el desenvolupament de la llopada.

Repercussions de l'arribada del llop

- ❖ L'activitat humana al Pirineu i Pre-Pirineu no és gaire elevada, però hi ha certes activitats econòmiques que poden resultar especialment afectades per la presència d'un depredador com el llop. La ramaderia en pot resultar la principal damnificada, ja que després de tants anys sense depredadors importants, les pràctiques de guarda i maneig dels ramats s'hauran de revisar i possiblement ampliar. Cal però remarcar la situació actual que viu el món ramader a Catalunya, on la ramaderia extensiva cada vegada és més rara de veure, tendint a l'abandó dels prats de pastura, a la conversió cap a les tècniques intensives d'estabulació dels ramats i en definitiva, a la desaparició. Revertir aquesta tendència és vital pel territori ja que els ramats mantenen nets els boscs de vegetació arbustiva, no deixen avançar el bosc cap als prats, mantenen alhora la biodiversitat i aconseguen mantenir els paratges tant buscats pels que gaudeixen del bosc com a activitat de lleure. Així doncs, assegurar la viabilitat de la ramaderia extensiva és un interès general i cal doncs fer també un esforç general, tant per assegurar-ne la viabilitat com per aconseguir que el retorn del llop no sigui una estocada més cap a aquesta activitat.
- ❖ L'interès en fer que el retorn del llop no sigui percebut com a un problema pel món rural és doble, ja que a més de les raons comentades anteriorment, difícilment el llop arribarà a establir-se en un territori on sigui percebut com a un enemic. Serà la població rural la principal afectada pel retorn del llop, però també és la que finalment tindrà un paper clau en l'establiment definitiu. En un clima de rebuig envers el llop, la caça il·legal i els paranys amb verí seran comuns, a més de la dificultat per tirar endavant qualsevol mesura de maneig o seguiment de la població de llops.
- ❖ Impulsar cursos d'educació ambiental a les zones on es preveu l'arribada del llop, pot no tan sols ajudar a reduir la conflictivitat envers el depredador, sinó ser útil com a eix vertebrador d'activitats que introdueixin tot el món natural dins les aules i fora d'aquestes. El desconeixement del nostre entorn és un greu problema i animals com el llop, amb les llegendes i mites que els envolten, ofereixen una gran oportunitat de resoldre'l, centrant les activitats en ell alhora que ensenyen tota la diversitat que l'acompanya. S'ha de vigilar, però, amb la realització d'aquestes activitats ja que Blanco (2005), cita el cas de Zamora,

concretament als volts de Benavente, on fruit de l'inici d'unes classes d'educació ambiental sobre els llops, que indignaren als sectors socials que hi estaven en contra, van començar a aparèixer llops caçats i penjats a prop del poble, morts pels habitants que s'oposaven al cànid.

- ❖ La població de llops a l'estat italià va estar a prop de la extinció fa menys de cent anys. Des de llavors, es va redactar un pla per aconseguir no només el manteniment de l'espècie, sinó també l'expansió dels llops arreu del territori. El pas dels llops des dels Apenins fins als Alps, i des dels Alps cap als Pirineus, és la mostra de que el pla italià de conservació i gestió de l'espècie dona els seus fruits. El cas espanyol és similar, ja que si bé no es redactà un pla de manteniment de l'espècie, si que es decidí als anys 70, quan estava en profunda regressió, no considerar-lo més com a una "alimaña" i iniciar-ne una gestió a nivell local. Creiem que la redacció d'un pla de gestió de l'espècie, que inclogui les mesures necessàries per millorar l'acollida del depredador en l'ambient rural així com les mesures de control de l'espècie és especialment indicat per al cas català.
- ❖ L'arribada del llop al territori català no només afectarà als humans d'aquest. És d'esperar que amb l'arribada del llop, les espècies salvatges que siguin presa del llop disminueixin en nombre, i així de retruc, que tota la xarxa tròfica del territori on el llop s'estableixi quedi afectada d'una o altra manera. Alhora, el llop eliminarà de les poblacions que depredi als individus malalts o vells, eliminant possibles focus de malalties, efectuant també certa selecció genètica.

Propostes en la gestió

- ❖ Actualment, es realitzen activitats d'educació ambiental relacionades amb el llop de manera coordinada entre el Parc Natural del Cadí Moixeró, els ajuntaments de Saldes i de Bagà, el Consorci de Turisme de l'Alt Berguedà i l'associació SOURS. Es realitzen una àmplia gamma d'activitats, bàsicament de cap de setmana adreçades a les famílies, i també activitats als col·legis de la zona. Es proposa entrar en contacte amb ells per fer que aquestes activitats arribin a més públic, realitzant-les a més centres i associacions.

- ❖ El contacte i complicitat amb el món rural és fonamental per assegurar la supervivència del llop si realment arriba a terres catalanes. Avui en dia, el cos d'agents rurals realitza una gran tasca de gestió en aquest aspecte, realitzant trobades dos cops l'any amb els ramaders de la zona per saber què en pensen, oferir-los l'ajuda que necessitin i posar-los al dia de tot el que es fa a l'administració i al seu departament. Així i tot, el cos d'agents rurals és un cos de pocs efectius, les últimes oposicions del qual es realitzaren l'any 2008, i del qual se n'han parat les convocatòries futures. Incrementar els efectius del cos, així com destinar partides a ajudar amb diners públics a que les tasques de guarda dels ramats no siguin tan costoses pels ramaders, seria una bona manera, apart de continuar pagant els caps de bestiar morts per atacs de llop de manera ràpida i eficaç, per comptar amb el suport de part del sector ramader. Els diners són necessaris per construir tanques dalt la muntanya on guardar els ramats, refugis pels ramaders, o a ampliar el suport que es dona actualment a la campanya de implantació de gossos mastins als ramats. El cost d'aquestes mesures pot ser més baix, a llarg termini, que el cost de pagar els caps de bestiar morts per atac de llop (Rondinini i Boitani, 2007).
- ❖ Alhora que s'actua al medi rural, també és important l'actuació en el medi urbà. Bona part de la població urbana usa els boscs com a espai de lleure, i varies vegades a l'any es desplaça a municipis rurals per realitzar activitats turístiques. En general, l'acceptació envers el llop augmenta entre la població a mesura que aquesta es troba més allunyada dels llocs on habita el cànid (Karlsson i Sjöström, 2007), però malgrat la població urbana no tingui en general problemes amb la presència del llop, això no significa que hagi de restar desconnectada de la recolonització. La presència del llop als boscs catalans és àmpliament desconeguda, i fruit de la desconexió poden succeir les desgràcies. Creiem que l'administració hauria d'iniciar una campanya sobre com comportar-se al bosc, aprofitant la presència del llop per donar a conèixer la fauna i la flora del territori i també per assenyalar comportaments bons i dolents que es poden dur a terme en el medi natural, tant per la preservació de l'entorn natural com de la pròpia seguretat.
- ❖ Creiem que la recolonització del llop a Catalunya és una gran oportunitat per conèixer millor el comportament de l'espècie, quan colonitza nous territoris. Una vegada confirmada la presència del mamífer, i iniciada també la recollida

de mostres que indiquen la seva presència, creiem que fora molt adequat aconseguir radiomarcant-ne un exemplar que estigui de pas (tot i la dificultat que això té avui en dia per la poca quantitat de llops que hi ha al territori), per comprovar el recorregut real que realitzen quan passen pel territori, així com per comprovar si realment no hi ha connexió entre els llops italians i els llops peninsulars.

- ❖ Actualment, es realitzen transectes realitzant udols simulats de manera coordinada amb l'estat Francès, fent servir la mateixa metodologia a banda i banda dels Pirineus. S'ha comprovat que els llops, sobretot quan han tingut cadells, contesten amb més freqüència als udols, i aquesta és una bona manera de seguir l'evolució de la població. Creiem que el mapa d'adequació pot servir en aquestes sortides, ajudant a planificar les rutes per on es realitzin els transectes. D'aquesta manera, es poden abastar territoris grans i, tot i que no és una mesura que garanteixi la confirmació en cas de presència, sí que pot constituir un bon índex de la població.

Propostes de millora del projecte

- ❖ Millorar el coneixement del territori català és el pas previ fonamental per millorar aquest estudi. Comptar amb censos anuals de les poblacions d'ungulats, amb un mapa del tipus d'hàbitats del sòl realitzat de manera més freqüent, i en general, amb més informació cartogràfica disponible, ajudaria a fer que estudis com aquest fossin més habituals i de millor qualitat.
- ❖ Tot i que de moment s'han detectat pocs llops en terres catalanes, comptar amb el mapa de presència del llop hauria permès realitzar un estudi de presència, amb un tractament estadístic més exhaustiu, que després hauria pogut servir per comparar amb el model generat pels experts.
- ❖ Incrementar el nombre d'experts que donen l'opinió sobre el model ajudarà a fer-lo més fort i consistent en les seves prediccions. Segurament, si s'hagués allargat el període en que s'han demanat les opinions dels experts, s'haguessin obtingut més respostes.

Investigació futura

Sabent que el territori català és susceptible de mantenir una població de llops, s'obren diverses portes i es plantegen diversos àmbits d'estudi.

- ❖ La connectivitat entre entorns naturals pot ser un element important en la població de llops. És ben demostrat que els individus mascles joves poden realitzar viatges molt llargs buscant territoris propicis on establir-se, però per les femelles aquesta tendència encara ha de ser més estudiada. S'accepta que aquestes deixaran enrere el seu habitual comportament filopàtric quan el territori estigui saturat de llops, però quan exactament un territori es satura i comencen a sortir més llops amb la voluntat de colonitzar àrees noves?
- ❖ S'ha demostrat que els llops arriben al territori català, provinents dels Alps Francesos, fet que demostra la gran mobilitat que té el carnívor. Malauradament però, no sabem quins camins segueixen, quina mortalitat duen associada o quines són les bases per establir una connectivitat adequada entre les regions habitades per llops. Elaborar un mapa de connectivitat entre les regions habitades per llops a escala Europea podria complementar el model suggerit, donant-li més capacitat predictiva.
- ❖ El territori català, tot i estar en bones condicions per mantenir poblacions estables de llops, està fragmentat per diverses infraestructures i poblacions. Estudiar la fragmentació de l'hàbitat i com aquesta afecta al cas del llop és també una assignatura pendent que pot ser després afegida al model. Se sap que augmentar la connectivitat entre diferents zones, creant corredors biològics, afecta de manera positiva a les poblacions de llops (Shepherd i Whittington, 2006).
- ❖ Estudiar com la població d'altres indrets conviu amb el llop és la millor manera de conèixer com volem que aquí es produeixi aquesta convivència. L'elaboració de l'esmentat pla del llop pel territori català, hauria de tenir en compte diferents alternatives que es desenvolupin a diferents països o regions per acabar elaborant-ne una de particular per al territori català.



Bibliografia

Articles

- Alfonso, C.; (2001); *Radiografía de una especie. Poblaciones del lobo ibérico*. Ambienta, nº13: 27-33.
- Bunce, R, G, H; Malcolm Bell i Farino, T (1998). *The Environmentally Sensitive Area legislation in the United Kingdom and its potential application to the Picos de Europa mountains in north-west Spain*. Environmental Conservation, 25 , pp 219-227.
- Cabré, A., J.A. Mòdenes; (1997); *Dinàmiques demogràfiques recents a la Regió Metropolitana de Barcelona*; Revista Econòmica de Catalunya nº 33.
- Clusa, J., J. Roca; (1997); *El canvi d'escala de la ciutat metropolitana de Barcelona*; Revista Econòmica de Catalunya nº 33.
- Capen, D., E.; (1981); *The use of multivariate statistics in studies of wildlife habitat*.
- Cayuela, L. (2004); *Habitat evaluation for the Iberian wolf Canis lupus in Picos de Europa National Park, Spain*. Applied geography 24: 199-215.
- Colino-Rabanal, V. J., Lizana, M., Peris, S. J.; (2010); *Factors influencing wolf Canis lupus roadkills in Northwest Spain*. Eur. J. Wildl. Res.; 57:399–409
- Corsi, F; Duprè, E; Boitani, L; (1999) *A Large-Scale Model of Wolf Distribution in Italy for Conservation Planning* Conservation Biology 13 (1): 150-159.
- Edrzejewski, B. J. Edrzejewska, B. Zawadzka, T. Borowik, S. Nowak, R. W. Myszejek (2008); *Habitat suitability model for Polish wolves based on long-term national census*. Animal Conservation 11: 377–390.
- Eggermann, J; Ferrao da Costa, G; Guerra, A, M; Wolfgang H. Kirchner; Petrucci-Fonseca, F; (2009); *Presence of Iberian wolf (Canis lupus signatus) in relation to land cover, livestock and human influence in Portugal*; Mammalian Biology 76: 217-221.
- Elith, J; Leathwick, J, R; (2009); *Species distributional models: Ecological explanation and prediction across space and time*. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 40: 677-697.

- Filella, S; (1999); *Últimas citas de lobo en la comarca gerundense del Ripollés*. Quercus 157: 26-27
- Findo, S.;Chovancova, B.; (2004); *Home ranges of two wolf packs in the Slovak Carpathians*. Folia Zool.; 53: 17–26
- Fortin, D., Hawthorne, L. B., Boyce, M. S., Douglas, W. S., Duchesne, T., Mao, J. S.; (2005); *Wolves influence elk movements: Behaviour shapes a trophic cascade in Yellowstone national park*. Ecology (Environmental society of America). 86: 1320-1330.
- Glenz, C; Massolo, A; Kuonen, D, Schlaepfer, R; (2009) *A wolf suitability prediction study in Valais (Switzerland)*; Landscape and urban planning 55: 55-65.
- Guisan, A. i Theurillat, J.-P; (2000); *Equilibrium modeling of alpine plant distribution: How far can we go*. Extracte de conferència *Vegetation and climate. A selection of contributions presented at the 42nd Symposium of the International Association of Vegetation Science, Bilbao, Spain, 26-30 July 1999*. Phytocoenologia Vol 30: 353-384. Editat per: Deil, U., Loidi, J.
- Guisan, A., Zimmermann, E., Niklaus; (2000); *Predictive habitat distribution models in ecology*. Ecological modelling 135: 147-186.
- Guisan, A., Theurillat, J.-P, Kienast, F., (1999); *Predicting the potential distribution of plant species in an alpine environment*. Ecology Letters; 8: 993–1009
- Jaberg, C., Guisan, A., (2001); *Modeling the influence of landscape structure on bat species distribution and community in the Swiss Jura mountains*. J. Applied Ecology; 38: 1169 – 1181.
- Jedrzejewski; B. Jedrzejewska; H. Okarma; K. Schmidt; K. Zub; M. Musiani; (2000). *Prey selection and predation by wolves in Białowieża Primeval Forest*. J. Mammalogy Vol. 81 N°1: 197
- Kaartinen, M. Luoto, I. Kojola; (2009) *Selection of den sites by wolves in boreal forests in Finland*; J. Zoology; 281: 99–104.
- Karlssona, J., Sjöström, M., (2007); *Human attitudes towards wolves, a matter of distance*. Biological conservation; 137: 610 - 616
- Keith, L., B.;(1983); *Population dynamics of wolves*. Canadian Wildlife service, Report 45: 66 – 79.
- Lampreave, G; Ruiz-Olmo, J; Garcia-Petit, J; López-Martín, J, M; Bataille A; Francino, O; Sastre, N; Ramírez, O; (2011); *El lobo vuelve a Cataluña, historia del regreso y medidas de conservacion*; Quercus 302: 16-25.

- Laundré, J. W., Hernández, L., Altendorf, K. B.; (2001) *Wolves, elks and fear: Restablishing the "landscape of fear" in Yellowstone National Park, U.S.A.* Canadian J. Zoology; 79: 1401- 1409.
- Mac Nally; (2000); *Regression and model-building in conservation biology, biogeography and ecology: the distinction between – and reconciliatoin of – "predictive" and "explanatory" models.* Biodiversity and conservation; 9: 655 – 671.
- Manel, S., Buckton, S. T., Ormerod, S. J.; (2000); *Testing large-scale hypotheses using surveys: the effects of land use on the habitats, invertebrates and birds of Himalayan rivers.* J. Applied Ecology; 37: 756 – 770.
- Marucco, F; Mc Intire, E. J. B.; (2010) *Predicting spatio-temporal recolonization of large carnivore populations and livestock depredation risk: wolves in the italian Alps,* Journal of Applied Ecology 47: 789–798.
- Marucco, F; Pletscher, Daniel, H; Boitani, L; Schwartz, M, K; Pilgrim, K, L; Lebreton, Jean-Dominique; (2009); *Wolf survival and population trend using non-invasive capture-recapture techniques in the western Alps* J. Applied Ecology 46: 1003–1010.
- Massolo, A; Meriggi, A; (1998) *Factors affecting habitat occupancy by wolves in northern Apennines (nortern italy): A model of habitat suitability;* Ecography 21: 97-107
- Messier, F. (1985) *Solitary living and extraterritorial movements of wolves in relation to social status and prey abundance;* J. Zoology 63: 239-245.
- Potvin, M. J., Drummer, D. T., Vucetich, J. A., Beyer, D. E., Peterson, R. O., Hammil, J. H.; (2005); *Monitoring and habitat analysis for wolves in upper Michigan.*
- Randonini, C., Boitani, L.; (2007) *Systematic Conservation Planning and the Cost of Tackling Conservation Conflicts with Large Carnivores in Italy.* Conservation Biology; 21: 1455 – 1462.
- Rico, M., Llaneza, L., Fernández-Llario, P., Carranza, J.; (2002) *Datos sobre el lobo ibérico en Extremadura.* Galemys 12 (nº especial).
- Rico, M., Torrente, J. P.; (2000); *Caza y rarificacion del lobo en España: Investigación histórica y conclusiones biológicas.* Galemys 12 (nº especial).
- Ripple, W. J., Larsen, E. J., Renkin, R. A., Smith, D. W.; (2001); *Trophic cascades among wolves, elk and aspen on Yellowstone National Park's northern range.* Biological conservation; 102: 227 – 234.

- Roque, S., Alvares, F., Petrucci-Fonseca, F., (2001). *Utilizacion espacio-temporal y habitos alimentarios de un grupo reproductor de lobos en el noroeste de Portugal*. Galemys 13, 179–198.
- Shepherd, B., J. Whittington; (2006). *Response of wolves to corridor restoration and human use management*. Ecology and Society 11(2): 1.
- Vilà, C., Sundqvist, A., Ø. Flagstad, Seddon, J., Bjørnerfeldt, S., Kojola, I., Casulli, A., Sand, H., Wabakken P., Ellegren, H.; (2002); *Rescue of a severely bottlenecked wolf (Canis lupus) population by a single immigrant*. Proc Biol Sci. 270: 91 – 97.
- Wilson, P. J., Grewal, S., Mc Fadden, T., Chambers, R. C.; (2003); *White Mitochondrial DNA extracted from eastern North American wolves killed in the 1800s is not of gray wolf origin*. Canadian J. Zoology; 81: 936 – 940.

Llibres, tesis i plans consultats

- Blanco, J. C; Cortés, Y. (2002). *Ecología, censos, percepción y evolución del lobo en España: Análisis de un conflicto*. Málaga: Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).
- Blanco, J. C.; (2005); *La recuperación de un carnívoro adaptable en un ambiente cambiante*; dins de “Al borde de la extinción. Una visión integral de la recuperación de fauna amenazada en España”. Editat per: Jiménez Pérez, I.; Delibes de Castro, M . València. EVREN Ed. pp: 221-250.
- Boada, M., Gómez, F. J.; (2011); *Boscos de Catalunya*. Barcelona. Lunwerg Ed.
- Boitani, L., (2000) *Action Plan for the conservation of the wolves (Canis lupus) in Europe*. Nature and environment, No. 113.
- Bolòs, O; Vigo, J; Masalles, R. M., Ninot, J. N., (1990) *Flora dels Països Catalans*; Ed. Pòrtic.
- Castellví, I, G; (2008); *El rastro del lobo*; Ed. Equipo Sirius.
- Grande del Río, R.;(2000); *El Lobo Ibérico, Biología, Ecología y comportamiento*. Ed. AMARU
- G. F. Gause; *The Struggle for existence*; (1934), vist a Molles Jr., M. C. (2006); *Ecología, conceptos y aplicaciones*. Ed. Mc Grau Hill · Interamericana
- Gibert, J, M, M;(2011); *El Llop i els Humans, Passat i Present a Catalunya*; Ed. Arola.
- Landry, J.; (2004) *El lobo*; Ed. OMEGA
- Lavín, S., Casas, E.; (2007); *Guia de les espècies cinegètiques de Catalunya*. Ed. Ediciones S.

- Linnell J., V. Salvatori & L. Boitani (2008). *Guidelines for population level management plans for large carnivores in Europe*. A Large Carnivore Initiative for Europe report prepared for the European Commission (contract 070501/2005/424162/MAR/B2).
- Marucco, F; (2009) *Spatial population dynamics of recolonizing wolves in the western Alps*; Thesis/Dissertation: 1-144. The University of Montana, Missoula.
- Molles, M. C. (2006); *Ecología. Conceptos y Aplicaciones, tercera edición*. Ed. Mc Grau Hill · Interamericana.
- Nowak, R. M; (1995); *Another look at wolf taxonomy*. A: "Ecology and Conservation of Wolves in a Changing World: Proceedings of the 2nd Nort American Symposium on Wolves". Editat per Carbyn, L. N., Fritts, S. H., Seip, D. R. pp: 375-397.
- Ronald M. Nowak, R. M., (2003); *Wolf evolution and taxonomy, a: Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation*. Editat per Mech, L. D., Boitani, L.; University of Chicago.
- Sáez, L., Aymerich P., Blanché, C.; (2011); *Llibre vermell de les plantes vasculars endèmiques i amenaçades de Catalunya*. Argania Editio.
- Stauffer D. E.; (2002); *Linking populations and habitats: Where have we been, where are we going? A: Predicting Species Occurrences: Issues of Accuracy and Scale*. Editat per: Scott, J. M., Heglund, P., Morrison, L. M.
- Vargas Yáñez, J. M., Farfán Aguilar, M. A., Duarte, D. J., Anarte, O. J., Marquez Moya, A. L.; *Propuesta de Plan de Ordenacion Cinegética de Cataluña mediante comarcas cinegéticas*. Biogea.

Recursos web emprats:

- Blanco, J. C. (2004); *Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles*. Cap: El lobo. Editor. Salvador, A. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Martin, D., Boada, M.; *Anàlisi de la situació actual del llop (Canis lupus) a Catalunya i valoració socioambiental de la seva presència*; 2007. <http://www.recercat.net/>
- Landry, J.; (1984) *L'utilisation du chien de protection dans les Alps suïsses: une première analyse. Projets de recherches coordonnés pour la conservation et la gestion des carnivore.*; <http://www.kora.ch>
- Mech, L. D., Boitani, L.; (2004); *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs, Status survey and conservation plan*. IUCN, Canid specialist Group <http://www.canids.org>
- López Bejar, M;(2010); *Les races autòctones (I), Dossier Tècnic*; www.ruralcat.net
- www.wikipedia.org



Glossari

- **Bialowieza:** Ciutat Polaca que dóna nom a un dels últims boscs verges europeus. El bosc, dividit administrativament entre Polònia i Bielorrússia, compta amb poblacions salvatges i semisalvatges d'animals extremadament rars i en risc d'extinció, com és el bisó europeu (*Bison bonasus*).
- **Biodiversitat:** Varietat dels sers vius que resideixen a la Terra, fruit de l'evolució de les espècies naturals i, més recentment, per l'actuació de l'home. Es pot establir també la biodiversitat genètica, que es refereix a la diversitat no només en nombre d'espècies, sinó també en diferències genètiques dins una mateixa espècie, o en biodiversitat d'ecosistemes, considerant les diferències entre aquests.
- **Bioma:** Conjunt de comunitats d'organismes que junts constitueixen una unitat zonal directament relacionada amb el clima.
- **Biomassa:** Suma de tota la matèria que componen els sers vius d'una regió o lloc determinats, expressada en pes per unitat de superfície o volum.
 - **Biomassa disponible pel llop:** Al treball es fa referència a la biomassa disponible pel llop, que indica només la biomassa que aquest pot aprofitar per alimentar-se.
- **Bosc primari:** També anomenat bosc verge, és aquell bosc que mai ha estat modificat de manera substancial per l'home.
- **Cicle de vida:** Conjunt de fases per les que passa un organisme durant la seva vida.
- **Competència:** En un ecosistema, interacció entre diferents organismes que intenten disposar d'un mateix recurs, estant aquest limitat.
- **Connectivitat:** Capacitat de connexió entre ecosistemes similars en un paisatge fragmentat. També es defineix com la capacitat que té una població o conjunt de poblacions d'una espècie per relacionar-se amb individus d'una altra població en un territori fragmentat.

- **Conservació:** Gestió (per part de sers humans) de poblacions i ecosistemes amb l'objectiu de garantir un ús sostenible dels mateixos, incloent la protecció, manteniment i rehabilitació.
- **Depredació:** Relació establerta entre dues espècies per la qual els individus de l'espècie depredadora s'alimenten dels de l'espècie presa
- **Ecosistema:** Unitat ecològica funcional constituïda per un biotop i els organismes que viuen en ell, amb totes les seves interrelacions i els intercanvis de matèria i energia que es produeixen en el mateix
- **Espècie:** Unitat fonamental de la classificació dels sers vius, àmpliament usada en taxonomia. Tot i que n'existeixen varies definicions, fem la que considera una espècie com a tots els organismes que tenen la capacitat de creuar-se entre ells i reproduir-se, produint nous individus fèrtils d'aspecte, característiques i genoma similars. Les diferents espècies es classifiquen segons una nomenclatura binomial establerta per Carl von Linné, que indica en llatí primer el gènere, i després l'espècie.
- **Espècie d'interès comunitari:** Es defineixen les espècies d'interès comunitari a la directiva 92/43/CEE, anomenada Directiva Hàbitats, de la Unió Europea. Les espècies d'interès comunitari són aquelles que compleixen un o més d'aquests requisits: Es troben en perill, excepte si la seva àrea de distribució s'estén de forma marginal en el territori considerat i no estan amenaçades ni són vulnerables en l'àrea del paleàrtic occidental; es considera probable que passin a estar dins la categoria en perill si els factors que n'ocasionen l'amenaça segueixen actuant; tenen poblacions petites en nombre que podrien estar en perill en un futur pròxim o són endèmiques i requereixen una atenció especial a causa de la singularitat del seu hàbitat o de les repercussions que l'explotació de l'espècie pot causar a la seva conservació. Les espècies d'interès comunitari apareixen als annexos II, IV i V de la Directiva abans esmentada.
- **Estabulació:** Criar el bestiar en estables. L'estabulació pot ser en règim permanent, de semiestabulació o d'estabulació lliure.
- **Estrés hídric:** estat perjudicial per les plantes produït per la manca d'aigua durant un temps determinat, que fa que la planta hagi d'adoptar mesures fisiològiques per tal de necessitar menys aigua. Normalment, les mesures fisiològiques sacrifiquen el creixement de la planta per assegurar-ne la supervivència.
- **Estricnina:** Alcaloide de la nou vòmica i d'altres espècies del gènere *Strychnos*. Es fa servir com a pesticida contra petits vertebrats i invertebrats, tot i que anteriorment

s'havia emprat també contra mamífers grans. Pot resultar letal pels humans amb dosis de 15mg.

- **Família:** en termes de taxonomia, la família és una unitat sistemàtica situada entre l'ordre i el gènere. Habitualment, es fan servir les famílies per agrupar gèneres dels quals se'n segueix l'evolució.

- **Fauna:** Conjunt d'espècies animals que viuen en un ambient determinat.

- **Filopàtric:** tendència a tornar als llocs o a llocs propers a on un animal nasqué o hibernà per criar-hi.

- **Flora:** Conjunt d'espècies vegetals que viuen en un ambient determinat.

- **Hàbitat d'interès comunitari:** Es defineixen els hàbitats d'interès comunitari a la Directiva europea 92/43/CEE, anomenada Directiva Hàbitats. Són les zones terrestres o aquàtiques diferenciades per les seves característiques geogràfiques, abiòtiques i biòtiques, ja siguin naturals o seminaturals que, estant en territori Europeu, es troben amenaçades de desaparició en la seva àrea de distribució natural, la presenten reduïda o són exemples representatius de característiques típiques d'una o varies de les nou regions biogeogràfiques europees. La directiva crea la Xarxa Natura 2000, que considera els hàbitats d'interès comunitari de tots els països de la Unió Europea.

- **Haplotip:** Conjunt de polimorfismes d'un sol nucleòtid (SNPs) en un cromosoma particular que estan estadísticament associats, que permeten identificar mostres com a provinents d'un grup d'individus concret, enfront d'un altre.

- **Monitoreig:** Sistema d'evaluació o observació d'un procés o medi amb el fi de realitzar, si és necessari, intervencions correctores.

- **Parc de Yellowstone:** Parc Nacional d'Estats Units d'Amèrica, situat a l'estat de Wyoming, Montana i Idaho. És comunament denominat el parc natural més antic del món. Famós per la diversa fauna que hi habita, per les grans dimensions que té i pels seus fenòmens geotèrmics, reb el nom per l'abundància de pedres riques en sofre, del que obtenen el color groc característic. L'ecosistema predominant al parc és el bosc

- **Parc Nacional:** Aquells espais naturals d'extensió relativament gran, no modificats en essència per l'acció humana, que tenen interès científic, paisatgístic i educatiu. Dins un parc nacional, no es permet cap activitat de l'explotació dels recursos naturals i cap altra susceptible d'alterar-ne el paisatge, llevat d'excepcions de caràcter extraordinari exclusivament d'obres d'interès públic.

- **Parc Natural:** Espais naturals que presenten valors naturals qualificats, la protecció dels quals es realitza amb l'objectiu d'aconseguir la conservació d'un mode compatible amb l'aprofitament ordenat dels seus recursos i de l'activitat dels seus habitants.
- **Plegaments herzinians:** moviment orogènic produït a varis punts del globus terrestre fa 230 milions d'anys. El plegament afectà vastes àrees d'Europa centre-occidental, els Urals, els Apalatxes d'Amèrica del Nord, els Andes i Tasmania, entre altres.
- **Producció primària:** Producció de matèria orgànica que realitzen organisme autòtrofs a través de processos de fotosíntesis o quimiosíntesis. La producció primària és el punt de partida de la circulació d'energia i nutrients a través de cadenes tròfiques.
- **Subespècie:** Cada un dels grups en que es divideixen les espècies, sent els seus membres agrupats per caràcters morfològics pels quals s'assemblen entre sí, diferenciant-los d'altres subespècies de la mateixa espècie. Taxonòmicament, és una categoria situada entre espècie i raça, de difícil concreció pel caràcter subjectiu que té i per tant, sovint protagonista d'interessants debats en algunes espècies.
- **Tàxon:** Grup d'organismes emparentats que en una classificació han estat agrupats i se'ls han assignat un nom en llatí, definint també un organisme "tipus", que esdevé la descripció de tot el grup. La ciència que defineix els tàxons és la taxonomia.
- **UICN:** Unió Internacional per la Conservació de la Naturalesa. Fundada el 1948 i amb seu a Gland, Suïssa. Reuneix a 83 estats, 108 agències governamentals, 766 ONGs i 81 organitzacions internacionals, així com a 10.000 experts i científics de 181 països. El seu objectiu és influir, alentar i ajudar a que les societats del món conservin l'integritat i diversitat de la naturalesa.
- **Ungulat:** Mamífers placentaris que quan caminen, es recolzen (o provenen d'un avantpassat que es recolzava) a l'extrem dels dits, que tenen revestits d'una peül·la. És un dels grups de mamífers més divers i extens del món, amb exemplars com la cabra o el cavall entre ells.
- **Variabilitat genètica:** Variació en el material genètic d'una població o espècie, tenint en compte no només el genoma nuclear, sinó també el mitocondrial i el ribosomal o el d'altres orgànuls. La variabilitat genètica es veu afectada per la selecció natural i la deriva genètica i és fonamental per assegurar la salut d'una espècie.
- **Xarxa tròfica:** El procés pel qual es transmeten les substàncies nutritives a través de les diferents espècies d'una comunitat biològica, on cada element de la xarxa

s'alimenta del precedent i és alhora aliment de l'element següent. Les xarxes tròfiques poden ser intrincades, amb relacions entre diferents nivells no successius, però sempre tenen a la base elements autòtrofs per on se sustenta la xarxa.



Concepte	Quantitat i/o unitats	Preu
Anàlisi de dades i redacció		
Revisió bibliogràfica i plantejament inicial	80 hores (8€/hora)	640
Anàlisi de les dades i tractament amb ArcGis10	115hores (8€/hora)	920
Redactat final	90 hores (8€/hora)	720
Costs de formació, materials i programes		
Curs d'usuari d'ArcGis10 (arcView) I curs d'anàlisi espacial	2 cursos	360
Còpies i enquadernació del projecte i impressió dels mapes		
TOTAL		2640



Programació

Fases projecte	2011												2012																																			
	Oct				Nov				Des				Gen				Feb				Mar				Abr				Mai				Jun				Jul				Ago				Set			
Setmana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Revisió Bibliogràfica																																																
Plantejament inicial																																																
Objectius i hipòtesis																																																
Metodologia preliminar																																																
Cerca de Dades																																																
Assistència a Curs Usuari ArcGis10																																																
Anàlisi i processament de dades																																																
Creació dels mapes de cada variable																																																
Anàlisi i processament enquestes experts																																																
El·laboració mapa adequació																																																
Redacció final																																																
Antecedents i Marc teòric																																																
Marc ambiental, socioeconòmic i cultural																																																
Metodologia																																																
Resultats																																																
Discussió																																																
Conclusions																																																
Propostes de millora																																																
Entrega del projecte																																																



Annex 1: Qüestionari pels experts

Presentació:

Hola, sóc l'Alexandre Suau Martínez, alumne de la llicenciatura de ciències ambientals a la Universitat Autònoma de Barcelona. Actualment, estic realitzant el treball de fi de carrera, orientant-lo cap a la generació d'un model que predigui quines zones del territori català són més favorables per a que el llop s'hi reproduïxi. Contacte amb vostè per demanar-li la seva col·laboració en aquest projecte, considerant que la seva opinió pot ser molt valuosa i necessària per crear aquest model.

Concretament, li demano que llegeixi amb atenció les següents tres pàgines, on explico com generaré el model; i contesti la taula que segueix a aquestes, on es recollirà la seva opinió sobre com els trets del territori fan que aquest sigui més o menys susceptible de ser triat pel llop com a lloc adequat per a tenir-hi descendència. Finalment, agrairé qualsevol comentari sobre el projecte, així com qualsevol suggeriment que consideri oportú de fer-me. Un cop contestada la taula, li prego que em contesti al meu mail: alexandre.suau@gmail.com

Gràcies per avançar,

Alexandre Suau Martínez.

El model:

L'objectiu de l'estudi consisteix a realitzar un mapa, que mostri quines són les zones del territori català que reuneixen unes condicions més favorables perquè el llop s'hi reproduïxi. Per realitzar-lo, s'han seleccionat les variables més importants consultant quines d'aquestes eren més rellevants en diferents estudis arreu d'Europa sobre models d'adequació de l'hàbitat. Les variables que s'han considerat més importants són les següents:

- Tranquil·litat: Els estudis consultats estimen la tranquil·litat en funció de la distància a la carretera més propera, de la distància al poble o ciutat més

proper, segons la densitat de carreteres per km², o de la densitat de població.

- Disponibilitat de preses: Els treballs analitzats consideren la disponibilitat en relació a les dades de densitat de preses salvatges i densitat de preses domèstiques, tenint en compte bé cada espècie per separat o bé agregant les dades tant de preses salvatges com domèstiques, i indicant la biomassa per km². Forces estudis ressalten la importància d'aquesta variable, però, enfront de l'absència de dades precises, l'estimen segons l'hàbitat de cada zona.
- Hàbitat:.. Normalment valorat segons la classificació CORINE. També hi ha estudis que utilitzen com a variables el percentatge de cobertura forestal o l'índex de diversitat forestal a la zona.
- Altitud: L'altitud té una significació important en diversos estudis consultats.

Un cop identificades les variables més importants en la distribució del llop arreu d'Europa, s'han examinat les bases de dades disponibles per realitzar un model predictiu a Catalunya. S'han seleccionat les variables següents:

Hàbitat predominant a la zona: La variable utilitza la catalogació CORINE i usa els mapes realitzats pel Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació – Centre de Biodiversitat Vegetal (CERBIV) de la Universitat de Barcelona, el 2005. Per simplificar el procediment, s'ha simplificat la catalogació dels hàbitats suprimint primer aquells considerats amb nul·la capacitat per esdevenir hàbitats on el llop pugui establir-se: Medi marí; rius de marea; estuaris i embocadures deltaïques; illots i faraons; aigües dolces estagnants; aigües salobroses o salines, estagnants; aigües corrents; vores d'aigua i altres hàbitats inundats; molleres; congestes permanents i glaceres; parcs urbans i jardins; ciutats, pobles i àrees industrials i basses i canals artificials, plans costaners arenosos o llimosos; tarteres; roques no litorals i congestes permanents i glaceres, Platges arenoses i dunes; Platges de còdols; Penya-segats i costes rocoses i llacunes litorals.

Seguidament, s'han agrupat els hàbitats restants en 4 grups:

- Boscos: Boscos caducifolis, planifolis; boscos aciculifolis; boscos mixts de caducifolis i coníferes; boscos i bosquines de ribera o de llocs molt humits; boscos esclerofil·les i laurifolis.

- **Matollars:** Matollars i formacions herbàcies de sòls salins i guixencs; bosquines i matollars de muntanya i d'ambients frescals de terra baixa; bosquines i matollars mediterranis i submediterranis; matollars xeroacàntics de les terres mediterrànies càlides.
- **Prats:** Prats i altres formacions herbàcies generalment basòfils, secs, de terra baixa i de la muntanya mitjana; prats acidòfils secs; prats i comunitats afins d'alta muntanya; prats de dall i pastures grasses; pastures intensives; camps abandonats, ermots i àrees ruderals; àrees cremades o talades, herbassars, jonqueres i prats humits.
- **Conreus:** Conreus herbacis o llenyosos.

També s'ha cregut important mostrar quin percentatge de la superfície de la zona és ocupat per l'hàbitat en qüestió, definint així intervals de tant per cent de superfície ocupada per l'hàbitat especificat.

Distància a les carreteres més properes: Amb el mapa de carreteres proporcionat pel CREA, es generaran dues variables diferents:

- Distància a les carreteres de més intensitat de tràfic: Autopistes, autovies i carreteres de primer ordre
- Distància a les carreteres de mitjana i baixa intensitat: Carreteres comarcals i locals.

Altura: Amb un model digital d'elevacions es defineixen 5 rangs d'altitud on el llop es podria arribar a establir.

Abundància de preses: Les dades sobre l'abundància de preses s'han extret de la *Proposta de Pla d'Ordenació Cinegètica de Catalunya Mitjançant Comarques Cinegètiques*, on hi ha les estimacions dels rendiments cinegètics esperats a cada municipi (especialment de porc senglar i cabirol, per ser les preses potencials més importants del llop a Catalunya). També s'han obtingut dades del Servei de ramaderia que indiquen quants animals de pastura hi ha a cada municipi. Ajuntant ambdues fonts, s'ha elaborat un mapa de biomassa disponible per al llop al territori català. Els rangs indiquen des del mínim necessari perquè una parella reproductora pugui mantenir una llopada, fins a cinc vegades aquesta dada.

Elaboració del model:

Un cop definides les variables més importants i obtingudes les bases de dades per representar-les, s'ha dividit cada variable en diferents rangs. Per cada rang de cada variable, es pretén donar un cert valor entre 0 i 100, representant com n'és de bo el rang respecte els altres rangs de la mateixa variable.

Exemple:

Variable	Rang	Valor
Distància a una carretera d'alta intensitat	< 1 km	10
	de 1 a 5 km	60
	de 5 a 10 km	80
	> 10 km	90

D'aquesta manera estem indicant que a partir d'un kilòmetre, aquesta variable augmenta molt el seu valor, però a partir dels cinc kilòmetres, el manté gairebé igual. Això vol dir que el llop tindria molt en compte estar més lluny d'un kilòmetre de distància de la carretera d'alta intensitat més propera, però a partir de llavors, s'establiria en un indret o altre gairebé sense tenir en compte aquesta variable.

Definits els valors dels rangs de cada variable, s'atorga després a cada una un pes que indiqui com n'és d'important cada variable respecte les altres. Els pesos s'atorguen donant a cada variable una categoria de entre aquestes:

- 1. Variable poc important.
- 2. Variable important.
- 3. Variable molt important.
- 4. Variable extremadament important.

En qualitat d'expert, us pregaria que volguéssiu participar en l'estudi, omplint la taula de la pàgina següent segons les explicacions detallades en aquest mateix apartat. La vostra participació, juntament amb la d'altres experts, servirà per elaborar el model i acabar generant el mapa.

També us pregaria que em diguéssiu si voleu que la vostra participació en el projecte sigui coneguda, així com, també, si voleu obtenir el document amb els resultats finals del model.

Gràcies de nou per la vostra col·laboració.

Comentaris al projecte o suggeriments:

Variable	Rang	Valor El valor de cada rang és un nombre entre 0 (gens favorable) i 100 (molt favorable).	Pes 1-poc important 2-variable important 3- variable molt important 4-variable extremadament important.
Distància a una carretera d'alta intensitat	< 1 km		
	de 1 a 5 km		
	de 5 a 10 km		
	> 10 km		
Distància a una carretera de mitjana o baixa intensitat	< 1 km		
	de 1 a 5 km		
	de 5 a 10 km		
	> 10 km		
Biomassa de preses disponible pel llop per km ²	< 30 kg/km ²		
	entre 30 i 50 kg/km ²		
	entre 60 i 90 kg/km ²		
	entre 90 i 120 kg/km ²		
	entre 120 i 150 kg/km ²		
Altitud	< 500 m		
	de 500 a 1000 m		
	de 1000 a 2000 m		
	de 2000 a 3000 m		
	> 3000 m		
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de bosc	<40%		
	40-60%		
	60-80%		
	>80%		
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de prats	<40%		
	40-60%		
	60-80%		
	>80%		
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de matollars	<40%		
	40-60%		
	60-80%		
	>80%		
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de conreus	<40%		
	40-60%		
	60-80%		
	>80%		

**L'Hàbitat, tot i ser una sola variable, s'ha dividit en 4 subvariables, per tenir en compte cada tipus d'hàbitat predominant per separat. Ara bé, s'ha continuat atorgant a la variable hàbitat un sol pes, ja que a cada indret només hi ha un sol hàbitat predominant.*

Annex 2. Taules dels experts respostes

Expert 1	Rang	Valor El valor de cada rang és un nombre entre 0 (gens favorable) i 100 (molt favorable).	Pes 1-poc important 2-variable important 3- variable molt important 4-variable extremadament important.
Distància a una carretera d'alta intensitat	< 1 km	10	3
	de 1 a 5 km	60	
	de 5 a 10 km	80	
	> 10 km	90	
Distància a una carretera de mitjana o baixa intensitat	< 1 km	10	1
	de 1 a 5 km	40	
	de 5 a 10 km	50	
	> 10 km	60	
Biomassa de preses disponible pel llop per km ²	< 30 kg/km ²	10	3
	entre 30 i 50 kg/km ²	10	
	entre 60 i 90 kg/km ²	80	
	entre 90 i 120 kg/km ²	90	
	entre 120 i 150 kg/km ²	10	
Altitud	< 500 m	50	2
	de 500 a 1000 m	80	
	de 1000 a 2000 m	90	
	de 2000 a 3000 m	20	
	> 3000 m	10	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de bosc	<40%	20	3
	40-60%	80	
	60-80%	70	
	>80%	70	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de prats	<40%	70	
	40-60%	80	
	60-80%	20	
	>80%	20	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de matollars	<40%	20	
	40-60%	70	
	60-80%	70	
	>80%	80	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de conreus	<40%	30	
	40-60%	50	
	60-80%	70	
	>80%	70	

Expert 2	Rang	Valor	Pes
		El valor de cada rang és un nombre entre 0 (gens favorable) i 100 (molt favorable).	1-poc important 2-variable important 3- variable molt important 4-variable extremadament important.
Distància a una carretera d'alta intensitat	< 1 km	0	3
	de 1 a 5 km	50	
	de 5 a 10 km	100	
	> 10 km	100	
Distància a una carretera de mitjana o baixa intensitat	< 1 km	0	2
	de 1 a 5 km	75	
	de 5 a 10 km	100	
	> 10 km	100	
Biomassa de preses disponible pel llop per km ²	< 30 kg/km ²	0	4
	entre 30 i 50 kg/km ²	25	
	entre 60 i 90 kg/km ²	50	
	entre 90 i 120 kg/km ²	75	
	entre 120 i 150 kg/km ²	100	
Altitud	< 500 m	50	1
	de 500 a 1000 m	50	
	de 1000 a 2000 m	50	
	de 2000 a 3000 m	25	
	> 3000 m	0	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de bosc	<40%	50	2
	40-60%	75	
	60-80%	75	
	>80%	75	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de prats	<40%	75	
	40-60%	75	
	60-80%	50	
	>80%	25	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de matollars	<40%	50	
	40-60%	75	
	60-80%	75	
	>80%	75	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de conreus	<40%	75	
	40-60%	75	
	60-80%	50	
	>80%	25	

Expert 3	Rang	Valor El valor de cada rang és un nombre entre 0 (gens favorable) i 100 (molt favorable).	Pes 1-poc important 2-variable important 3- variable molt important 4-variable extremadament important.
Distància a una carretera d'alta intensitat	< 1 km	20	2
	de 1 a 5 km	60	
	de 5 a 10 km	90	
	> 10 km	90	
Distància a una carretera de mitjana o baixa intensitat	< 1 km	30	2
	de 1 a 5 km	70	
	de 5 a 10 km	90	
	> 10 km	100	
Biomassa de preses disponible pel llop per km ²	< 30 kg/km ²	20	2
	entre 30 i 50 kg/km ²	60	
	entre 60 i 90 kg/km ²	80	
	entre 90 i 120 kg/km ²	90	
	entre 120 i 150 kg/km ²	90	
Altitud	< 500 m	50	1
	de 500 a 1000 m	80	
	de 1000 a 2000 m	90	
	de 2000 a 3000 m	10	
	> 3000 m	0	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de bosc	<40%	80	4
	40-60%	80	
	60-80%	80	
	>80%	90	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de prats	<40%	90	
	40-60%	90	
	60-80%	60	
	>80%	10	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de matollars	<40%	90	
	40-60%	90	
	60-80%	90	
	>80%	80	
Hàbitat*: Tant per cent de la superfície recoberta de conreus	<40%	90	
	40-60%	80	
	60-80%	50	
	>80%	30	

Annex 3. Mapes de Catalunya